

# Universidad Católica de Santa María

## Escuela de Postgrado Maestría en Educación Superior



### **IMPACTO DE UN PROGRAMA DE NIVELACIÓN DE MATEMÁTICA APLICADA SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL CURSO DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES DE LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA DE AREQUIPA, 2019**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Cuadros Machuca, Juan Carlos**

Para optar el Grado Académico de:

**Maestro en Educación Superior**

Asesora:

**Dra. Beltrán Molina, Rosa Patricia**

**Arequipa - Perú**

**2021**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS**

Arequipa, 14 de Octubre del 2021

**Dictamen: 002755-C-EPG-2021**

Visto el borrador del expediente 002755, presentado por:

**2017011291 - CUADROS MACHUCA JUAN CARLOS**

Titulado:

**IMPACTO DE UN PROGRAMA DE NIVELACIÓN DE MATEMÁTICA APLICADA SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL CURSO DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES DE LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA DE AREQUIPA, 2019**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1065 - ARIAS MESSA FRIGIA LUCILA  
DICTAMINADOR**

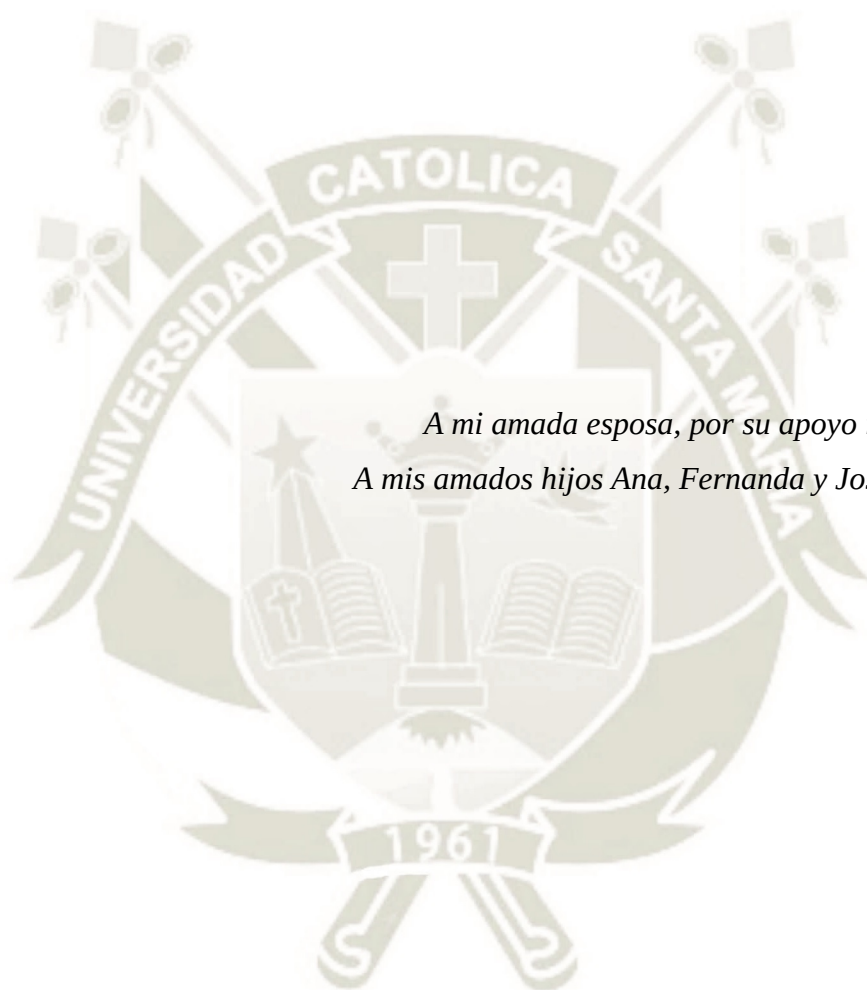


**5229 - VARGAS BERRIOS FERNANDO  
DICTAMINADOR**



**6648 - PEREZ QUINTANILLA CECILIA LOURDES  
DICTAMINADOR**





*A mi amada esposa, por su apoyo incondicional.  
A mis amados hijos Ana, Fernanda y Josué, mi motor.*





## ÍNDICE GENERAL

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÍNDICE GENERAL .....                                                   | iv  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                                  | vii |
| INDICE DE FIGURAS .....                                                | ix  |
| LISTA DE ABREVIATURAS.....                                             | x   |
| RESUMEN .....                                                          | xi  |
| ABSTRACT .....                                                         | xii |
| INTRODUCCION.....                                                      | 1   |
| HIPOTESIS .....                                                        | 3   |
| OBJETIVOS.....                                                         | 3   |
| CAPITULO I.....                                                        | 4   |
| MARCO TEÓRICO .....                                                    | 4   |
| 1. Proceso Enseñanza – Aprendizaje.....                                | 4   |
| 2. Aprendizaje.....                                                    | 6   |
| 2.1 Teoría Genética de Piaget.....                                     | 6   |
| 2.2 Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel .....              | 7   |
| 2.3 Teoría APOE (Acción – Proceso – Objeto – Esquema) de Dubinsky..... | 7   |
| 2.4 KOLB .....                                                         | 8   |
| 3. Rendimiento Académico .....                                         | 12  |
| 3.1 Características de la Evaluación del rendimiento académico.....    | 13  |
| 3.2 Tipos de rendimiento académico .....                               | 13  |
| 3.3 Evaluación del rendimiento académico .....                         | 15  |
| 4. Nivelación académica.....                                           | 23  |
| 5. Refuerzo educativo .....                                            | 25  |
| 6. Matemáticas aplicadas – Transformada Z .....                        | 26  |
| 6.1 Definición de la transformada Z .....                              | 26  |
| 6.2 Región de convergencia .....                                       | 27  |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.3 Propiedades de la transformada Z .....                              | 33 |
| 7. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....                                    | 35 |
| 7.1 Internacionales.....                                                | 35 |
| 7.2 Nacionales .....                                                    | 37 |
| CAPITULO II.....                                                        | 40 |
| METODOLOGÍA.....                                                        | 40 |
| 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN .....            | 40 |
| 1.1 Técnicas .....                                                      | 40 |
| 1.2 Tabla de Operacionalización de variables .....                      | 40 |
| 1.3 Instrumentos .....                                                  | 41 |
| 2. UNIDAD DE ESTUDIO .....                                              | 47 |
| 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS y aplicación del PNAMA.....       | 48 |
| CAPÍTULO III .....                                                      | 50 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                            | 50 |
| 1. DIAGNÓSTICO – Resultados del pre-test .....                          | 50 |
| 2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE NIVELACIÓN.....                       | 50 |
| 3. RENDIMIENTO ACADÉMICO .....                                          | 51 |
| 3.1 Resultados del pre test (Línea base de entrada).....                | 52 |
| 3.1.1 Rendimiento académico en el pre test .....                        | 55 |
| 3.1.2 Rendimiento académico en el análisis de STD en el pre test .....  | 55 |
| 3.1.3 Rendimiento académico en el diseño de STD en el pre test.....     | 56 |
| 3.2 Resultados del post test (Línea base de salida) .....               | 58 |
| 3.2.1 Rendimiento académico en el post test.....                        | 60 |
| 3.2.2 Rendimiento académico en el análisis de STD en el post test.....  | 60 |
| 3.2.3 Rendimiento académico en el diseño de STD en el post test .....   | 61 |
| 3.3 Resultados del pre test y post test para el grupo experimental..... | 62 |
| 3.4 Resultados del pre test y post test para el grupo control .....     | 64 |
| 3.5 Otros resultados e indicadores del rendimiento académico .....      | 66 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....                                                                  | 73  |
| 4.1 Grupo experimental .....                                                                       | 74  |
| 4.2 Grupo control.....                                                                             | 75  |
| 5. DISCUSIÓN .....                                                                                 | 77  |
| CONCLUSIONES.....                                                                                  | 80  |
| RECOMENDACIONES .....                                                                              | 82  |
| PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN .....                                                                  | 84  |
| ETAPAS .....                                                                                       | 84  |
| REFERENCIAS .....                                                                                  | 91  |
| Anexos.....                                                                                        | 96  |
| Anexo 1: Matriz de consistencia .....                                                              | 96  |
| Anexo 2: Matriz de coherencias .....                                                               | 97  |
| Anexo 3: Ficha observacional estructurada.....                                                     | 98  |
| Anexo 4: Validación del contenido de la prueba de conocimientos.....                               | 99  |
| Anexo 5: Prueba de conocimientos .....                                                             | 106 |
| Anexo 6: Carta solicitud autorización de ejecución de cuestionarios y programa de nivelación ..... | 111 |
| Anexo 7: Matrices de Sistematización de la Información.....                                        | 112 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Operacionalización de variables .....                                                     | 40 |
| Tabla 2 Estructura de la prueba de conocimientos .....                                            | 42 |
| Tabla 3 Resumen del programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z..... | 46 |
| Tabla 4 Programa de nivelación de matemática aplicada.....                                        | 47 |
| Tabla 5 Distribución de preguntas y puntajes .....                                                | 52 |
| Tabla 6 Rendimiento académico pre test (línea base de entrada).....                               | 52 |
| Tabla 7 Distribución de puntos promedio por pregunta en el Pre test ambos grupos ....             | 54 |
| Tabla 8 Rendimiento académico pre test (línea base de entrada) por grupo .....                    | 55 |
| Tabla 9 Rendimiento académico del análisis pre test por grupo .....                               | 56 |
| Tabla 10 Rendimiento académico del diseño pre test por grupo.....                                 | 56 |
| Tabla 11 Medidas de tendencia central de pre test para ambos grupos.....                          | 57 |
| Tabla 12 Resultados correctos e incorrectos por pregunta en ambos grupos .....                    | 58 |
| Tabla 13 Resultados del rendimiento académico post test ambos grupos.....                         | 59 |
| Tabla 14 Rendimiento académico post test por grupo .....                                          | 60 |
| Tabla 15 Rendimiento académico del análisis luego del post test por grupo.....                    | 61 |
| Tabla 16 Rendimiento académico del diseño luego del post test por grupo .....                     | 62 |
| Tabla 17 Rendimiento académico pre test y post test del grupo experimental .....                  | 62 |
| Tabla 18 Rendimiento académico en el análisis pre test y post test grupo experimental             | 63 |
| Tabla 19 Rendimiento académico en el diseño pre test y post test grupo experimental               | 63 |
| Tabla 20 Rendimiento académico pre test y post test del grupo control .....                       | 64 |
| Tabla 21 Rendimiento académico en el análisis pre test y post test grupo control .....            | 65 |
| Tabla 22 Rendimiento académico en el diseño pre test y post test grupo control.....               | 65 |
| Tabla 23 Medidas de tendencia central antes y después grupo experimental .....                    | 68 |
| Tabla 24 MTC categorizadas grupo experimental .....                                               | 68 |
| Tabla 25 Preguntas correctas e incorrectas en el grupo experimental.....                          | 69 |
| Tabla 26 Medidas de tendencia central del grupo experimental y grupo control (consolidado) .....  | 70 |
| Tabla 27 Resultados por quintiles por grupo.....                                                  | 71 |
| Tabla 28 Comprobación hipótesis grupo experimental.....                                           | 74 |
| Tabla 29 Comprobación rendimiento académico en el análisis grupo experimental .....               | 75 |
| Tabla 30 Comprobación rendimiento académico en el diseño grupo experimental.....                  | 75 |



|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 31 Comprobación hipótesis grupo control .....                           | 75 |
| Tabla 32 Comprobación rendimiento académico en el análisis grupo control..... | 76 |
| Tabla 33 Comprobación rendimiento académico en el diseño grupo control .....  | 76 |



## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 1 Estructuras mentales en la construcción de un concepto matemático.....                            | 8         |
| Figura 2 Fases de Kolb .....                                                                               | 9         |
| Figura 3 Acción por tipo de estudiante.....                                                                | 10        |
| Figura 4 Tipo de estudiante .....                                                                          | 11        |
| <b>Figura 5 Tipos de rendimiento académico .....</b>                                                       | <b>14</b> |
| Figura 6 Principios de la evaluación.....                                                                  | 15        |
| Figura 7 Características de la evaluación .....                                                            | 16        |
| Figura 8: Tipología de evaluación .....                                                                    | 18        |
| Figura 9: La circunferencia unidad en el plano complejo z .....                                            | 28        |
| Figura 10: Representación gráfica de la ROC para $r$ suficientemente pequeños .....                        | 30        |
| Figura 11: Representación gráfica de la ROC para $r$ suficientemente grandes .....                         | 30        |
| Figura 12: Representación gráfica completa de la ROC .....                                                 | 31        |
| Figura 13: Relación entre señales discretas y su ROC .....                                                 | 31        |
| Figura 14 Puntaje promedio alcanzado por pregunta .....                                                    | 54        |
| Figura 15 Promedios del Grupo Experimental .....                                                           | 64        |
| Figura 16 Promedios del Grupo Control .....                                                                | 66        |
| Figura 17 Respuestas correctas por pregunta en grupo experimental antes y después de la intervención ..... | 69        |
| Figura 18 Resultados promedio del grupo experimental post programa.....                                    | 71        |
| Figura 19 Diagrama de bloques de proceso implementado.....                                                 | 84        |

## LISTA DE ABREVIATURAS

DUOC: Departamento Universitario Obrero Campesino de la Universidad Católica de Chile

EA: Experimentación Activa

EC: Experiencia Concreta

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OR: Observación Reflexiva

PDS: Procesamiento Digital de Señales

PIMU: Programa Introducción a la Matemática Universitaria

ROC: Región de Convergencia

STD: Sistemas de Tiempo Discreto

TIC: Tecnologías de información y comunicaciones

UC: Pontificia Universidad Católica de Chile

EPIMMEM: Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica

UCSM: Universidad Católica de Santa María

MTC: Medidas de tendencia central

EPG: Escuela de Postgrado

PNAMA: Programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z



## RESUMEN

Nivelar el conocimiento de matemática, fue el propósito del trabajo experimental que planteó como objetivo el analizar el impacto de la aplicación de un programa de nivelación académica en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. Se invitó a los 60 estudiantes, que voluntariamente participaran como grupo experimental, pues la libre voluntad permite siempre actuar sin presión en un trabajo experimental, siendo 37 los voluntarios, y quedando 23 como grupo de control. Se diseñó y sometió a juicio de expertos el test empleado; el diseño del programa se sustentó, en la experiencia de los docentes y el estado del arte. La metodología fue de enfoque cuantitativo, de un nivel aplicativo y tipo experimental. Los resultados, demostraron que los estudiantes del grupo experimental, mejoran sus puntajes de regular a bueno en un 82%, además, el rendimiento académico basado en el promedio de notas de ellos fue de 16.92, siendo mayor al promedio de 12.83 del grupo de control, con una DS de 1.4 y 1.9, respectivamente, siendo estos menores a los rangos de muy bueno (19 a 20), bueno (15 a 18), regular (11 a 14), malo o deficiente (0 a 10). El análisis de medidas de tendencia central, en cada una de las seis preguntas aplicadas en la evaluación de rendimiento académico con respecto a los estudiantes del grupo control, llevó al P-value  $< 0.05$ , aceptando la  $H_a$ , concluyendo entonces que si existe un impacto del programa en el rendimiento académico de los estudiantes, que mejora el mismo y se sugiere establecer este programa como piloto a replicar y/o ampliar en cursos cuya dificultad sea apreciada como es la nivelación de la matemática.

**Palabras claves:** programa de nivelación en matemática aplicada, rendimiento académico, transformada Z, procesamiento digital de señales, sistemas de tiempo discreto, ingeniería mecatrónica.



## ABSTRACT

Leveling the knowledge of mathematics, was the purpose of the experimental work that raised the objective of analyzing the impact of the application of an academic leveling program on the academic performance of the Digital Signal Processing course of the students of the eighth semester of the Professional School of Mechatronics Engineering of the Catholic University of Santa María de Arequipa. The 60 students were invited to participate voluntarily as an experimental group, since free will always allows them to act without pressure in an experimental work, with 37 being volunteers, and 23 remaining as a control group. The test used was designed and submitted to the judgment of experts; the design of the program was based on the experience of teachers and the state of the art. The methodology was of a quantitative approach, of an applicative level and an experimental type. The results showed that the students of the experimental group, improve their scores from fair to good by 82%, in addition, the academic performance based on the average of their grades was 16.92, being higher than the average of 12.83 of the control group. , with a SD of 1.4 and 1.9, respectively, these being less than the ranges of very good (19 to 20), good (15 to 18), fair (11 to 14), bad or poor (0 to 10). The analysis of measures of central tendency, in each of the six questions applied in the evaluation of academic performance with respect to the students of the control group, led to the P-value  $<0.05$ , accepting the  $H_0$ , thus concluding that if there is an impact of the program in the academic performance of the students, which improves it and it is suggested to establish this program as a pilot to be replicated and / or expanded in courses whose difficulty is appreciated, such as the leveling of mathematics.

Keywords: applied mathematics leveling program, academic achievement, Z transform, digital signal processing, discrete time systems, mechatronics engineering

## INTRODUCCION

La ley universitaria, ley 30220 (Ministerio de Educación del Perú, 2014), considera en el artículo 6 los fines de la universidad, uno de los cuales es la formación de profesionales de alta calidad, según las necesidades que pueda requerir el país. Dentro de este fin es que el sistema educativo peruano, considera el área de matemática en su proceso enseñanza aprendizaje. Los alumnos que logran su ingreso, a una instrucción superior universitaria, sea la institución educativa privada, pública u otra, reciben cursos que contempla esta área.

En la especialidad de Ingeniería Mecatrónica, de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa (UCSM), los estudiantes presentan dificultades para afrontar problemáticas propuestas por las asignaturas de especialidad, de manera específica, en la aplicación de conceptos matemáticos que aporten a la solución de dichos problemas. Como resultado de esta dificultad, es que se aprecian rendimientos académicos que pueden ser mejorados y posiblemente evitar que sean considerados como causa de la deserción estudiantil, que se aprecia en esta carrera. Entonces el desarrollo del trabajo de investigación propuesto consideró conocer ¿Cuál sería el impacto de un programa de nivelación de matemática aplicada – Transformada Z sobre el rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa?

En el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura de Procesamiento Digital de Señales (PDS), se requiere que los estudiantes tengan una sólida base en cuanto a la transformada Z, concepto que se aplica en el análisis y diseño de sistemas de tiempo discreto. Es en esta materia que se ha percibido el problema de las dificultades que hay para su conocimiento, comprensión y aplicación por parte de los estudiantes de la mencionada asignatura, por ello se justificó el trabajo desde un punto de vista académico, para que los resultados aporten al estado del arte actual y se pueda lograr diferenciar si este tipo de intervención impacta y mejora el rendimiento académico, y considerarlo como una justificación de prototipo que pueda ampliarse su aplicación a la escuela, la facultad y la universidad, y así lograr una mejor calidad en la formación de los estudiantes que serán los próximos profesionales.

Lo descrito, motivó el desarrollo del presente trabajo de investigación, que plantea como meta, mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura PDS a través de un programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z. También observar, si la aplicación de programas de nivelación académica, fortalecen y

tienen un impacto en las capacidades de los estudiantes, nivelando la heterogeneidad en el conocimiento de ellos y lograr por lo tanto mejores resultados en los procesos enseñanza aprendizaje. Además, que pueda ser considerado como replicable en otro tipo de asignaturas en la universidad y cumplir con mejorar la calidad universitaria descrita en la Ley Universitaria 30220. Al respecto se hace la propuesta de un programa de nivelación académica, mas no su implementación y resultados.

El estudio realizado se encuentra en el campo de la investigación en educación, en el área de educación superior. Se trata de un estudio de campo de nivel descriptivo, comparativo, cuasi experimental para medir la línea de impacto de los programas de nivelación académica, aplicándose como instrumentos el programa de nivelación académica y una prueba de conocimientos. Las técnicas y procedimientos empleados permitieron comprobar la hipótesis propuesta.

El presente trabajo de investigación está estructurado en tres capítulos, presentándose en el primer capítulo los conceptos de enseñanza aprendizaje, el aprendizaje en matemáticas y los conceptos fundamentales de la transformada Z, asimismo se muestran algunos antecedentes del problema de estudio. El capítulo dos desarrolla la metodología, describiéndose las estrategias metodológicas, instrumentos utilizados y su validación. En el capítulo tres se presentan los resultados y su discusión, así como la contrastación de los mismos con investigaciones similares. Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos del estudio.

Analizar los resultados de un programa de nivelación en matemática, puede ser un modelamiento de gestión a considerar para mejorar el conocimiento y por ende el rendimiento académico en los estudiantes, para que no sea una de las causales de deserción o atraso en el ciclo de estudio de los universitarios.



## HIPOTESIS

Dado que en el proceso de enseñanza aprendizaje al respecto de los Sistemas de Tiempo Discreto (STD) y que en su conceptualización, análisis y diseño se utiliza la aplicación de la herramienta matemática denominada Transformada Z.

Es probable que la aplicación de un programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z sea mejora en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Analizar el impacto de la aplicación de un programa de nivelación académica en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

### Objetivos Específicos

- Determinar el nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa antes de aplicar el programa de nivelación académica.
- Determinar el nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa después de aplicar el programa de nivelación académica.

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1. PROCESO ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

Para Malagón Plata (2010), considera que la sociedad debe de recibir, profesionales formados en las universidades, con una capacidad de interactuar, para lograr cambios productivos y respetuosos con la naturaleza, por ello considera que se deben de brindar cuatro enfoques de análisis sobre las universidades:

- Las universidades deben de tener una pertinencia acorde con las necesidades que se presentan en la sociedad y el Mundo actual, considerando que estas siempre están en constante cambio.
- Las universidades deben de manifestar un vínculo muy cercano con el sector productivo y no con un sesgo que no aporte a sus decisiones.
- El entorno en el cual se desarrolla la universidad, debe de ser siempre vinculante con su naturaleza.
- Como síntesis de las otras tres, es el presente, que sería la integración que se da entre la universidad y su sociedad, para lo que se debe de tener el currículo como eje central de pertenencia,

Con el sustento de este autor, es que Álvarez De Zayas y Sierra Lombardia (2010), indica que la universidad debe de estar en la realidad del momento histórico, que permita una correlación entre el profesional y su identidad en la época en la que se desenvuelve, esto se puede lograr porque la universidad es una institución social que debe fortalecer la cultura de la sociedad. Por ello el proceso de enseñanza aprendizaje, en educación superior, es determinante en la formación de profesionales de calidad de las universidades (Menéndez, J & Zambrano, B., 2016).

Además, Meneses (2007) presenta la siguiente fundamentación del proceso de enseñanza aprendizaje, y señala que es una constante reconsideración que permite a los estudiantes alcanzar un aprendizaje. Por lo descrito se considera que se presenta siempre el intercambio entre el docente y el estudiante, en contexto pre establecido, en el cual se aprecian medios y estrategias concretas, consientes, organizados y dialécticos, en relación al

conocimiento en contenidos y las formas por las cuales se dará un conocimiento, un qué hacer, un vivir y un ser, brindados desde la experiencia socio-histórica, siendo este un resultado propio de la actividad de la persona y su interacción con la sociedad, hecho por el cual se presentan diferentes modificaciones en su realidad y le permite un crecimiento en su personalidad.

Con lo descrito, se puede considerar que el proceso de enseñanza aprendizaje debe ser desarrollador, que posibilita al estudiante la apropiación activa y creadora de la cultura, el autoperfeccionamiento constante de su autonomía y autodeterminación en íntima relación con los procesos de socialización. (Barcia Menéndez y Carvajal Zambrano, 2016).

Por ello es que se debe de considerar que las actividades en el proceso enseñanza – aprendizaje deben organizarse de tal forma que permitan interacción, comunicación y mejores relaciones con la sociedad, promoviendo el diálogo, debate y expresión libre de todo lo que permitirá el crecimiento como persona de cada participantes y logrará un redimensionamiento del carácter activo, creador y humano del nuevo profesional, siempre con la vital importancia del trabajo en grupo, debido a que es en este proceso que se logrará el conocimiento. Es este proceso el que permitió sustentar a Barcia Menéndez y Carvajal Zambrano (2016) dos criterios básicos de la calidad de la educación superior:

- Entornos de los aprendizajes
- Logros de los aprendizajes

A pesar que en la instrucción superior el proceso de enseñanza aprendizaje, deduce un intercambio de la actuación organizativa curricular y la actuación de profesor–alumno en un contexto determinado y con unos medios y estrategias concretas, este mantiene problemas interdependientes, los mismos que pueden ser los siguientes:

- Este proceso aún mantiene actos pasivos en su asimilación, dada la constante reproducción de los contenidos de los educandos.
- Para evaluar la calidad del proceso, se mantiene el favorecimiento de la calidad de la enseñanza por encima de la calidad del aprendizaje.
- Se da una reproducción mecánica de informaciones y realizaciones, dejando de lado los procesos resultantes del pensamiento analítico, crítico, alternativo, independiente y creativo.



- Se considera como medios de gran información los libros impresos, no considerando otras fuentes alternativas.
- Inexistencia del proceso cognitivo personalizado de cada estudiante, lo que ocasiona que se dé un seguimiento grupal y no individual.
- Aun se considera el aprendizaje como la acumulación de información y no como un verdadero cambio o transformador en la personalidad de cada estudiante.

Se debe de considerar también, lo relacionado a la didáctica del proceso de enseñanza aprendizaje. El proceso permite a los docentes seleccionar el entorno y los medios que se emplearan para que los alumnos recepcionen la información que deberá de moldear sus personalidades, siendo estos los logros del aprendizaje. La adecuada selección de los componentes didácticos empleados en cada sesión y las buenas intervenciones educativas, permiten un diseño concreto de las actividades que serán dirigidas y adaptadas a los estudiantes, las características de estos componentes se relacionan con: objetivos, contenidos, métodos (técnicas), recursos (medios) y evaluación. La metodología que se emplee debe de fortalecer las potencialidades de cada estudiante, con lo que permite asegurar el traslado del conocimiento que se requiere, considerando, en esta metodología los componentes personales que son propios a ambos actores, docentes y estudiantes. Dentro de la planificación que se dé, para este proceso, también se debe de considerar aspectos no personales, como son los medios a emplear y la forma de evaluación del aprendizaje.

## 2. APRENDIZAJE

Las consideraciones, en relación, al aprendizaje, se establece en las siguientes teorías del aprendizaje que sustentan la evaluación de las capacidades matemáticas.

### 2.1 Teoría Genética de Piaget

Es reconocido que en el trabajo que desarrollo Piaget en 1974, se establece su teoría genética, la misma que mantiene una visión constructivista, en la cual busca explicar cómo es el desarrollo cognitivo de las personas, es decir, como perciben, piensan, entienden y aprenden. Su teoría se sustenta en aspectos logo-matemática, es decir, establece que las habilidades lógicas y matemáticas son las que logran el desarrollo cognitivo en las personas. Es Morrison (2004) quien afirmó que el

desarrollo de las inteligencias de los niños se da como resultado de las experiencias que ellos tienen en un mundo físico. Para Piaget la adaptación constante de los esquemas que el sujeto mantiene en el mundo en que se desenvuelve es su inteligencia, siendo considerados los esquemas, a la parte cognitiva del ser humano, los que permiten conocer el mundo que les rodea. Piaget consideró que la interacción de los factores internos y externos de los individuos permitía el desarrollo cognitivo. Los movimientos de asimilación (adquisición de la información) y acomodación (cambio, a la luz de la nueva información) que se presentan en forma contraria en cada individuo da como resultado el aprendizaje.

## **2.2 Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel**

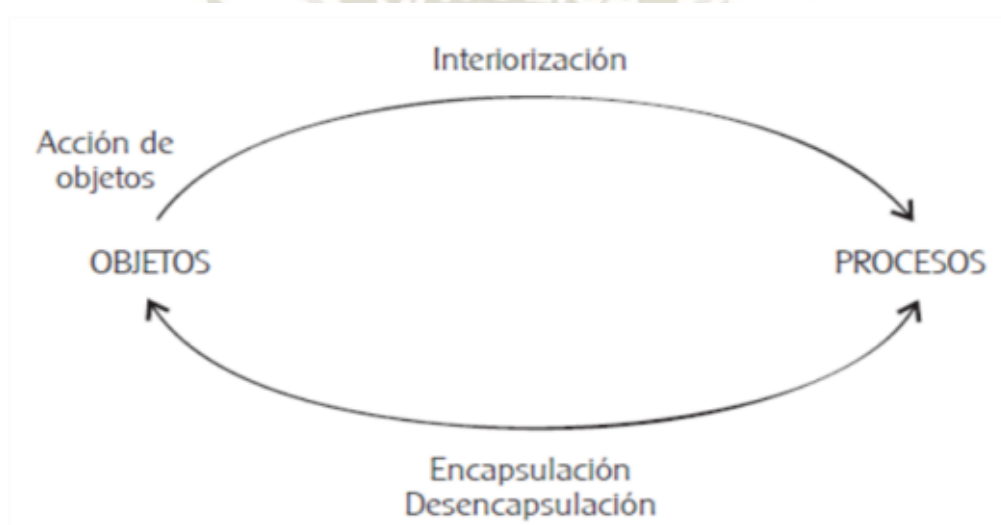
Para Ausubel (1978) el aprendizaje significativo, se da en la relación que se presenta de la información o nuevo conocimiento con la estructura cognitiva de quien aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Es en esa interacción cognitiva, que la persona identifica que aspectos son los más relevantes, a los que denominó subsumidores, y son estos las ideas de anclaje que se da en el aprendizaje, siendo criterio de la persona que parte de la estructura o esquema es material significativo para él. Lo nuevo, sólo pueden aprenderse y retenerse últimamente si se refieren a conceptos o proposiciones ya disponibles, que proporcionaron las anclas conceptuales. Si se potencia la estructura cognoscitiva del estudiante, pues se facilita que el conocimiento sea la adquirido o retenido. Por otro lado, si el nuevo material, ocasiona un conflicto con la estructura cognoscitiva existente, entonces la información no será adquirida ni retenida.

## **2.3 Teoría APOE (Acción – Proceso – Objeto – Esquema) de Dubinsky**

Para Dubinsky (1991) alinea la teoría APOE con la perspectiva de Piaget que plasma la abstracción reflexiva como la clave para el desarrollo cognitivo de los conceptos lógico-matemáticos. El individuo por medio de la abstracción reflexiva, logra, en la comprensión interminable de esquemas que construye, un proceso cognitivo, el mismo que lo reconstruye y reorganiza, física o mentalmente en planos más elevados del pensamiento y los logra comprender.

Una vez desarrollados los procesos de observación en un grupo de estudiantes de matemáticas en Estados Unidos, es que se llegó a concluir que la persona o individuo se apropia de un conocimiento, solo si se presentan secuencias de construcción mental. En la teoría constructivista APOE, se aprenderá matemática solo si el programa o plan de estudios en el individuo logra la abstracción reflexiva de los procesos para entender. A continuación, se plasma en la figura 1, las estructuras mentales que entran en juego en la construcción de un concepto matemático.

**Figura 1 Estructuras mentales en la construcción de un concepto matemático**



**Fuente.** Aredo, M. (2012). p. 30

En esta teoría, una acción es la transformación del objeto, que es percibido por el individuo como externa y ocasiona una reacción a sugerencias que proporcionan detalles de los pasos por seguir. La repetición de acciones, hace reflexionar al individuo sobre estas, por lo que puede interiorizar este hecho en un proceso.

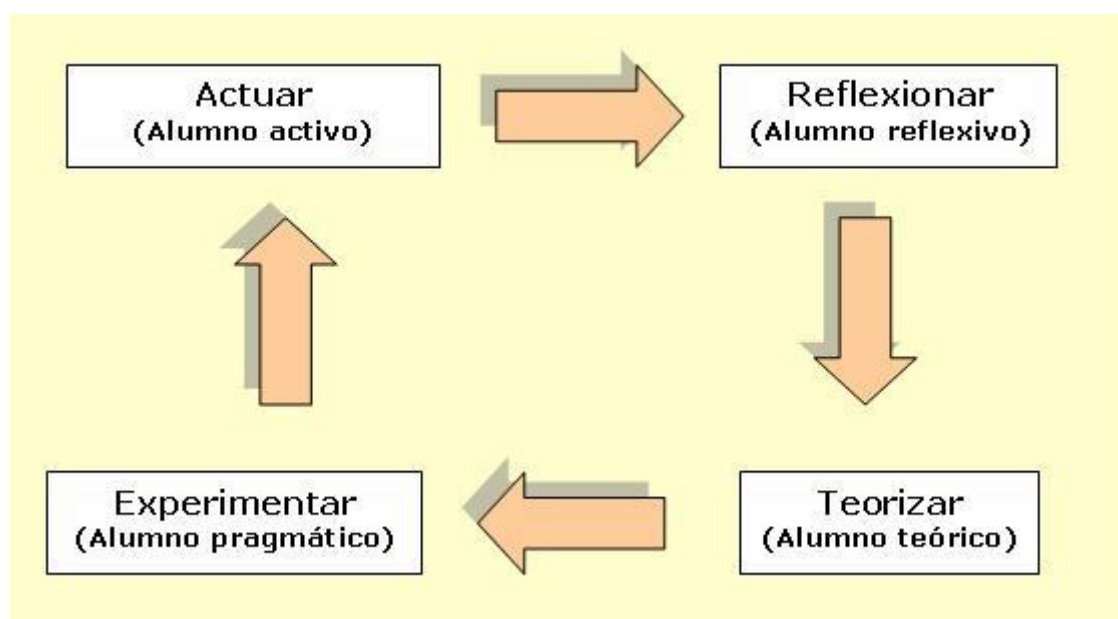
## 2.4 KOLB

Es conocido por las áreas de educación, que Kolb establece estilos de aprendizaje, donde indica que se puede dar por la experiencia directa y concreta, es decir, un estudiante activo, en otros casos es por una experiencia abstracta, por lo que la categoriza como aprendizaje del estudiante teórico, también menciona que se da uno



que lo calificaría al estudiante como un estilo reflexivo, pues se sustenta en la reflexión y pensamiento que este tiene y el último es el estudiante de estilo pragmático, que se presenta cuando se experimenta con la información que se ha recibido en el proceso enseñanza-aprendizaje. Por ello consideró que se da en cuatro fases, las que se muestran en la figura 2.

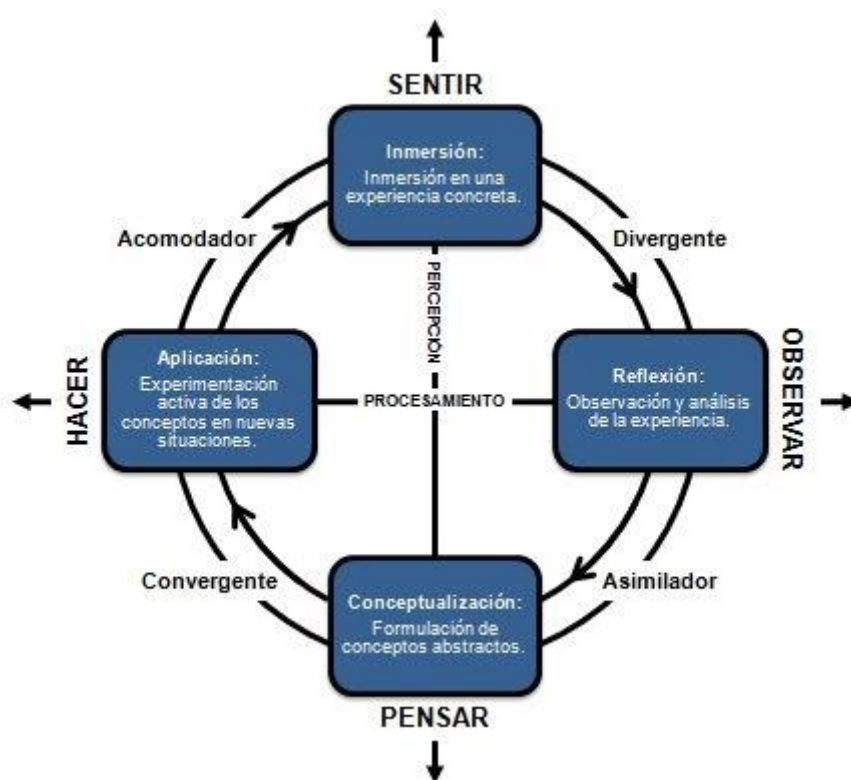
**Figura 2 Fases de Kolb**



*Fuente: tomado de <https://sites.google.com/site/estilosdeaprendizajeitt/home/modelo-de-kolb>*

Conocer estas fases permiten a los facilitadores asegurar el aprendizaje que se requiere en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que se logra la información en cada estudiante, como se muestra en la figura 3.

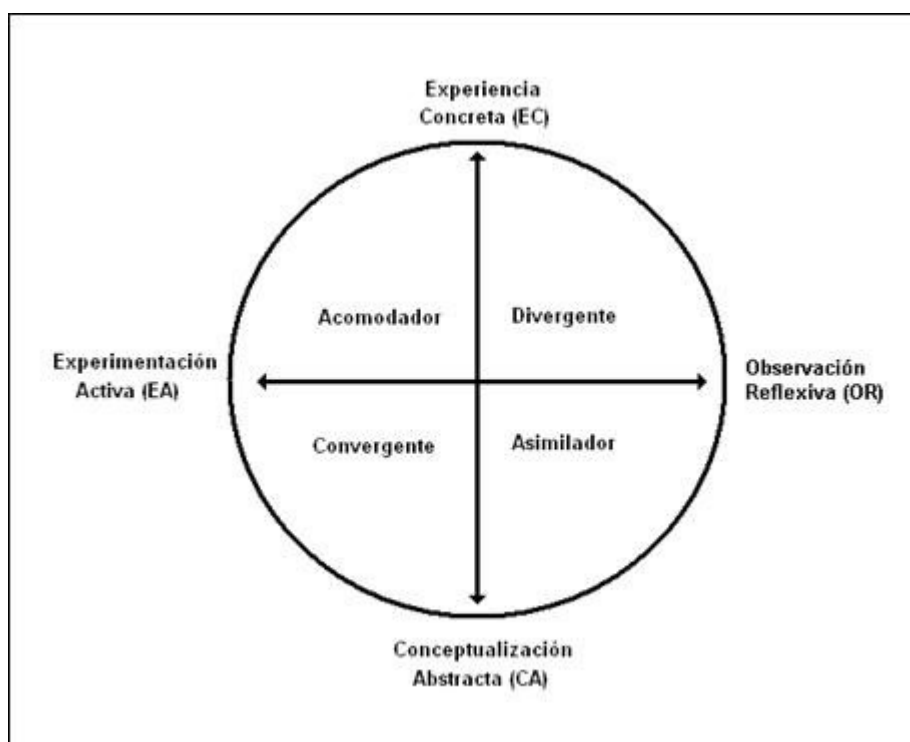
**Figura 3 Acción por tipo de estudiante**



**Fuente:** tomado de <https://sites.google.com/site/estilosdeaprendizajeitt/home/modelo-de-kolb>

La figura 4, permite ver que en cada estilo de aprendizaje se da el estilo de estudiante que se puede tener, según la recepción y procesamiento de la información, motivando en cada uno de ellos diferentes acciones, como sentir, observar, pensar o hacer.

**Figura 4 Tipo de estudiante**



*Fuente: tomado de <https://sites.google.com/site/estilosdeaprendizajeitt/home/modelo-de-kolb>*

Se presentan bajo sus experiencias los 4 estilos como son:

- Experiencia Concreta (EC)
- Observación Reflexiva (OR)
- Conceptualización Abstracta (CA)
- Experimentación Activa (EA)

Antes de finalizar, se considera también lo descrito por Sievers de Almeida (2008), quien indica que como seres plurales somos iguales en la condición humana, pero somos muy plurales en lo que se vivió, se vive y se vivirá, por ello el aprendizaje es diferenciado en todos, y debería de nivelarse en un punto dentro de la formación de un profesional. Con lo plasmado, es que se concuerda con lo que señala Luengo (2004), al indicar que por ser humano, la educación es un fenómeno que conocemos y hemos vivido porque es consustancial al desarrollo propio de cada persona, de allí es que se usa con frecuencia la palabra educación, que encierra los significados de acontecimientos diarios, como el que los estudiantes han tenido a lo largo de su formación en las instituciones educativas, las mismas que como ya lo indicó Piaget (2017), son de la sociedad, quien indica cuales son los fines que debe de cumplir la educación.



### 3. RENDIMIENTO ACADÉMICO

Para Adell (2013), el rendimiento académico “tiene como indicador más aparente y recurrente las notas o los resultados escolares que obtienen los alumnos”. Considera que lograr el constructo final, debe de atender variables como: inteligencia, motivación, personalidad, actitudes, contextos, etc. para lograr tener una comprensión del porque ese resultado. Indica también, que este resultado tiene relación, con los aspectos psicológicos del estudiante y sus familias, lo que puede dar un mejor bienestar o no.

Es Chadwick (1979) quien señala que el rendimiento académico es: *“La expresión de capacidades y de características psicológicas del estudiante, desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período o semestre, que se sintetiza en un calificativo”*.

Para Figueroa (2004) considera que el rendimiento académico es un concepto importante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, pero su conceptualización no es tan fácil de presentarla, para él, es visto como el resultado de la asimilación de los contenidos brindados por los diferentes programas de estudio, plasmado en una calificación que mantiene una escala convencional. Por eso, es que se considera que el rendimiento es un valor numérico, sin embargo, este valor numérico puede o no expresar un valor real de aprendizaje significativo, ya que un aprendizaje memorístico y un aprendizaje significativo pueden representar un mismo valor numérico, pero ya sabemos cuál es el que queda con el estudiante.

El mismo autor considera también que el rendimiento académico se presenta en la persona como un conjunto de transformaciones que este ha cumplido y son manifestadas de diferentes formas, en el momento de hacer cosas o resolver problemas que se les presenta, con lo que su personalidad ha sufrido un cambio, por ello considera que el rendimiento no solo se debe de medir en los aspectos cognitivos, sino también en los que son propios a la persona como sus habilidades, actitudes, destrezas, intereses, etc.

Como indica Lopez Marquez (2018), el rendimiento académico es la cuantificación de un resultado del proceso enseñanza-aprendizaje, que muestra las capacidades, habilidades, destrezas o competencias en los saberes asimilados. Considerando dentro de este comentario que su categorización puede ser muy alto, pero la importancia de esta es una determinante en la promoción o no del estudiante en cualquiera de los niveles de estudio.

Para los autores Navarro y Blandón (2017), consideran que el rendimiento académico está referido a una escala o indicador utilizados por las diferentes casas de estudio para darle un valor a la ubicación del estudiante, en cualquiera de los niveles que se encuentre, ya sea en estudios de pre o posgrado, sin embargo para este concepto de rendimiento académico, señalan, que debe de tomarse en cuenta factores internos (intrínsecos) y externos (extrínsecos) de cada alumno y la interrelación que se da entre estos.

### **3.1 Características de la Evaluación del rendimiento académico**

Considera Muñoz (2013), que el rendimiento académico tiene las siguientes características:

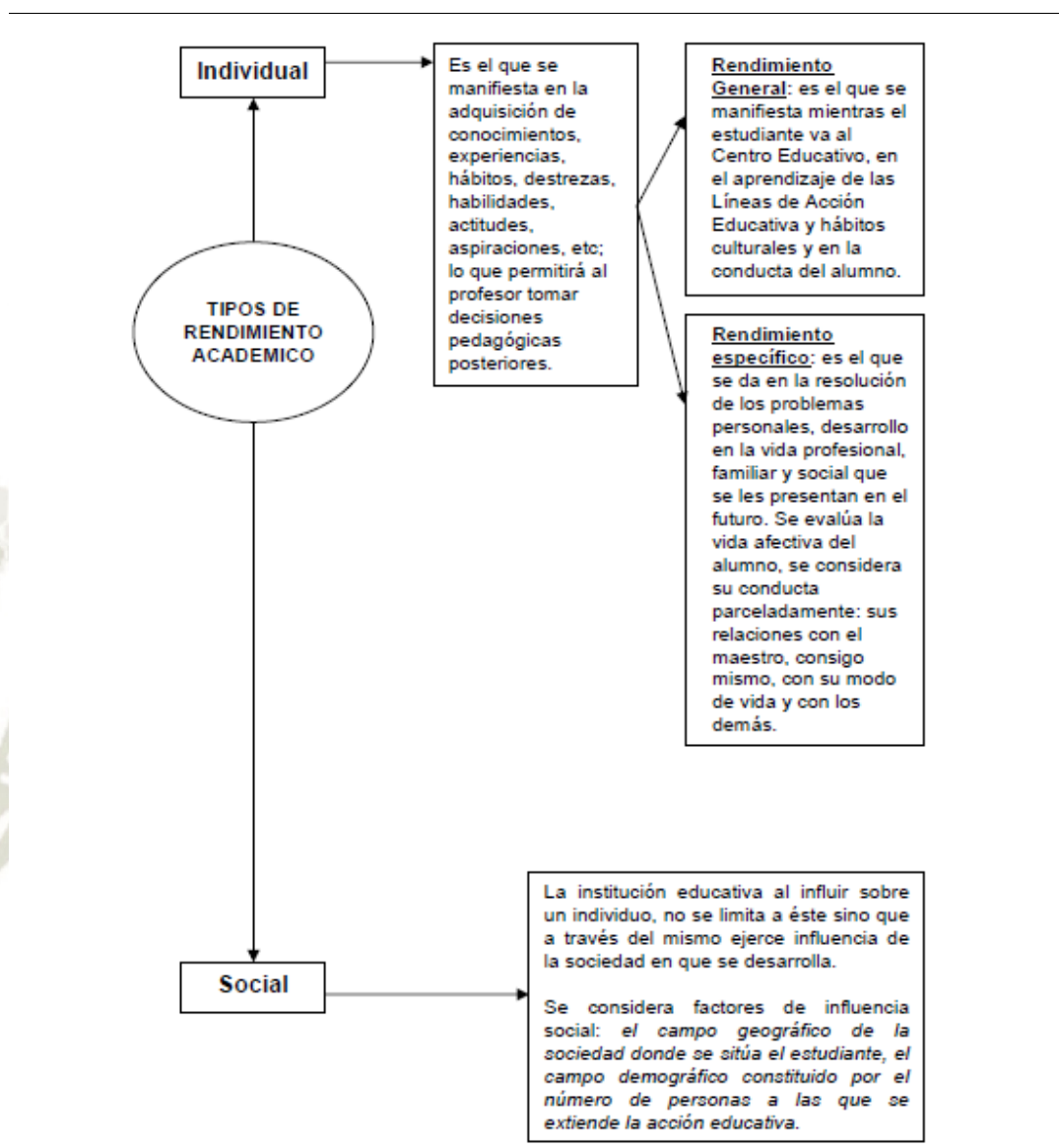
- La adaptación: los estudiantes se adaptan a la convivencia universal que les toca en su tiempo y espacio.
- El desarrollo: se da la reflexión y la autorreflexión sobre el avance académico que van logrando los estudiantes, lo que ocasiona argumento para sostener que los rendimientos intelectuales, prácticos, artísticos y otros deben estimularse constantemente en todos los niveles educativos.
- Capacidad forjadora: se logra un pensamiento crítico sobre el mundo.

Con lo descrito, se debe de indicar que el rendimiento académico debe de concluir en un crecimiento de conocimiento de los estudiantes.

### **3.2 Tipos de rendimiento académico**

Para Figueroa (2004), el rendimiento se puede clasificar en dos tipos. Se explican los tipos en el esquema de la figura 5.

**Figura 5 Tipos de rendimiento académico**



**Fuente:** Blanco Pineda, Córdova Coreas, y Guerrero Herrera (2005)

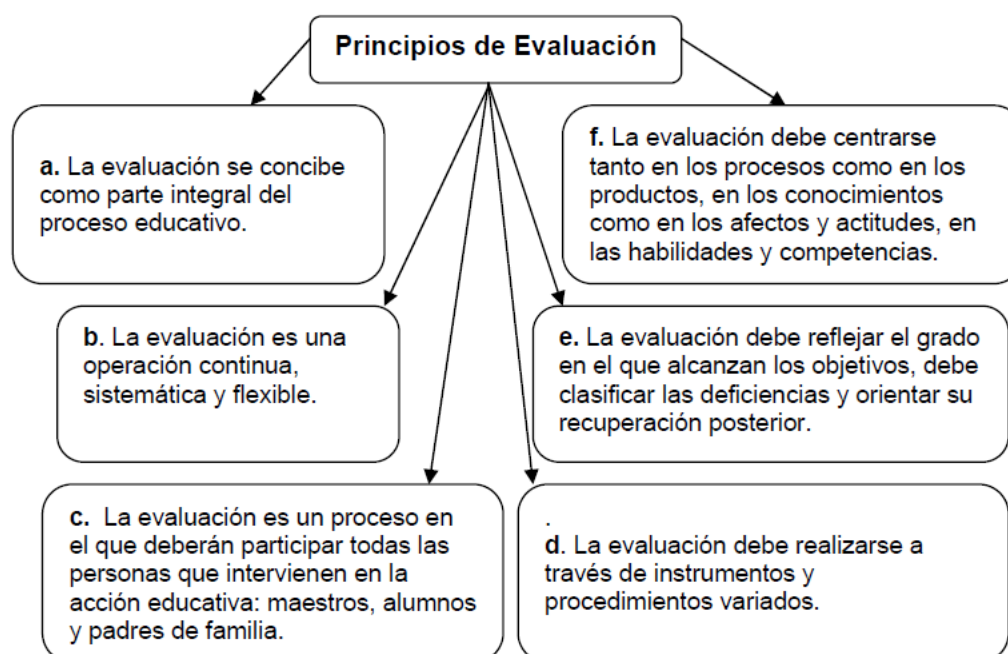
Se aprecia en la figura 5, que el rendimiento académico individual se tiene que evaluar en forma general y siendo específicos, la que tiene influencia del ambiente social en el que se presentan las actividades del educando y pueden ayudar a fortalecer la actividad educativa. (Blanco Pineda, Córdova Coreas, & Guerrero Herrera, 2005).



### 3.3 Evaluación del rendimiento académico

Para Zeballos Carpio (2018), la evaluación es aquel proceso sistemático, continuo e integral que busca comprobar el alcance de los objetivos educacionales propuestos en el proceso enseñanza-aprendizaje. Se debe de considerar que la evaluación es un proceso inherente al proceso de enseñanza–aprendizaje, y tiene la función de informar cuantitativamente en cuanto a los avances y limitaciones del estudiante respecto a los objetivos trazados y del docente en cuanto a su función de enseñanza, todo ello en los aspectos cognoscitivos del proceso enseñanza–aprendizaje. Al ser la evaluación un proceso integral, entonces también debe informar cualitativamente acerca de avances y limitaciones de los actores en cuanto a actitudes, capacidades, destrezas, etc. Para ello deben existir algunos principios que marquen el rumbo de la evaluación. En la figura 6, se resumen estos principios.

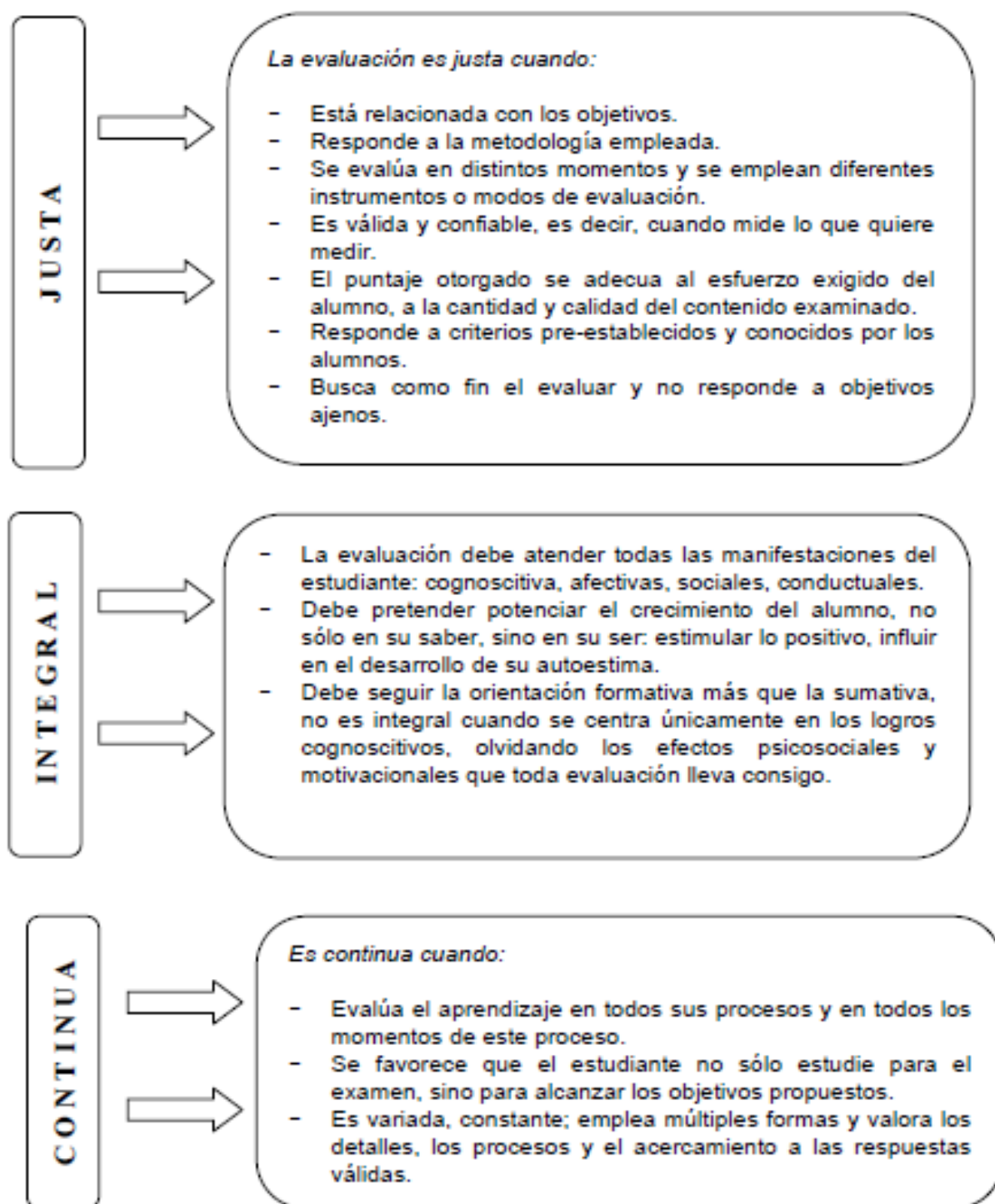
**Figura 6 Principios de la evaluación**



**Fuente:** Blanco Pineda, Córdova Coreas, y Guerrero Herrera (2005)

Las características de la evaluación se muestran en la figura 7:

*Figura 7 Características de la evaluación*



*Fuente: Blanco Pineda, Córdova Coreas, & Guerrero Herrera (2005)*

La figura 7 muestra las características de la evaluación según el Ministerio de Educación de El Salvador (1997).

El Ministerio de Educación (MINEDU) en Perú también propone un conjunto de características que debe tener la evaluación. Considera el Ministerio de Educación del Perú (2019) que parte del proceso educativo, es el desarrollo de evaluaciones, con lo cual se logra asegurar la calidad del aprendizaje, tomando en cuenta para eso las actividades que el docente mantiene, como son:

- No desalentar el aprendizaje del estudiante, por lo contrario, apoyar siempre el logro de este con calidad.
- Ubicar en el nivel curricular a los estudiantes para lograr su éxito.
- Recopilar información, en un carácter doble, de los estudiantes:
  - Los relacionados al aprendizaje intelectual, afectivo actitudinal y operativo-motrices.
  - Analizar los causales de éxito o fracaso en la formación del estudiante.
- Constante realimentación (feed back) del aprendizaje de los estudiantes.
- Todo lo que emplea para el aprendizaje, debe de ser sistémico, articulado y dinámico.
- Siempre objetiva, según los hechos que se presenten.
- Tomar los errores y conflictos como parte de los aprendizajes que serían instrumentos para la mejora en la formación del estudiante.
- Ser diferencial, indicando el avance y el nivel de logro de cada estudiante.
- Siempre participante, con el fin de motivar la autoevaluación y evaluación de pares entre los estudiantes.

### **3.3.1 Funciones de la evaluación**

La evaluación cumple dos funciones que son complementarias:

- Función diagnóstica

La función diagnóstica de la evaluación ayuda a mejorar la didáctica de la enseñanza, comprobar lo aprendido y cuantificar los resultados del estudiante.

- Función motivadora y orientadora



La evaluación no debe resaltar los errores, sino más bien los aciertos y debe alentar al estudiante a futuros logros además de orientarlo en alcanzar esas metas.

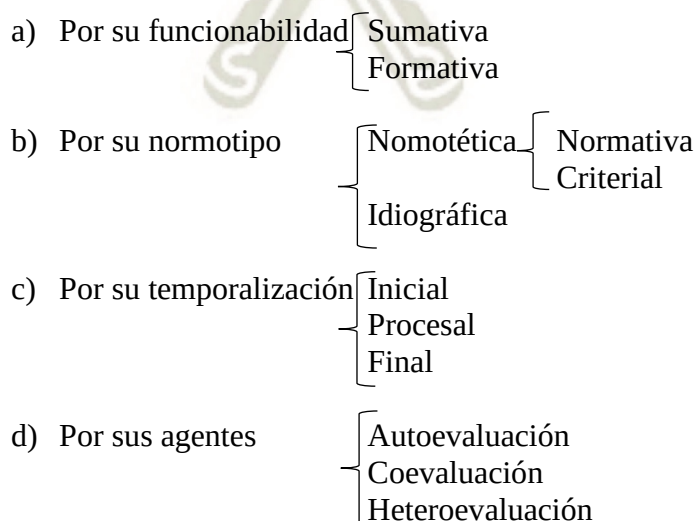
### 3.3.2 Metodología de la evaluación

Todo proceso de evaluación debe ser planeado y tener una metodología que ayude a conseguir los objetivos del proceso enseñanza–aprendizaje. Un proceso de evaluación improvisado no seguirá los principios mencionados y tendrá en el estudiante un efecto negativo.

Además de un plan de evaluación, la misma se debe realizar empleando las técnicas e instrumentos de evaluación más adecuados en concordancia con los objetivos trazados.

La evaluación del aprendizaje es un proceso sistemático y riguroso que se da en el proceso enseñanza-aprendizaje, bajo la información obtenida, la que se da desde un primer momento, en forma continua y significativa, con el fin de tener conocimiento sobre la situación propia del proceso, que permitirá establecer juicios de valor y adoptar decisiones que permitan la mejora progresiva de la educación. Fundamentado en esto es que Casanova (2017) considera una tipología de la evaluación, los mismos que por un aspecto de comprensión se plasman en la figura 8.

**Figura 8: Tipología de evaluación**



**Fuente: Casanova (2007)**

Por el planteamiento mostrado en la figura 8, se considera que las evaluaciones deben de estar dentro de alguna tipología de estas, las mismas que se pueden combinar, como por ejemplo puede ser una evaluación inicial, considerada dentro de lo que significa autoevaluación, como parte nomotética para cumplir una función formativa. Pero no solo se debe de comprender como es que se puede dar la tipología de la evaluación, sino que debería de buscarse cuál de estas son las que se deben de dar según las competencias que uno desea lograr en el dictado de cada materia o curso, quizá se debe de considerar que en el propio proceso de enseñanza–aprendizaje, donde se evalúa al docente, para poder asegurar la calidad de enseñanza, sea el propio docente el que determine, cuál de las formas de evaluación le darán un mayor resultado, disminuyendo para ello el sesgo que se pueda presentar entre el conocimiento y la valoración que se da a este.

El mismo autor, Casanova (2007), presenta información que se plasma a continuación: considera que la evaluación que se hace al aprendizaje es un acto de dar un valor al proceso que se tiene como resultado del proceso enseñanza–aprendizaje de cada uno de los estudiantes, ya que esta debe de ser individual, con el fin de formar, considerando las características propias al proceso de evaluación como son:

- Es una comunicación interpersonal, donde los roles que se dan entre el evaluador y evaluado pueden ser intercambiados y darse en forma simultánea, para establecer resultados sobre el proceso y el objeto que se evalúa.
- Dentro de un contexto socio-histórico, la evaluación permite darse en lo que está normado por las instituciones correspondientes, las mismas que determinan que lo que se evalúa (conocimiento, actitudes, comportamientos, habilidades y valores) y el cómo se evalúa, son determinantes que se establecen dentro de lo que permitirá un objetivo en el estudiante, por parte de la materia o curso.
- Las funciones que tienen las evaluaciones son varias y en algunas ocasiones son hasta contradictorias entre sí, pero todas estas, a pesar de ello, deben de ser formativas.
- Mantiene propósitos que son compartidos con los participantes.

- Constituye un aspecto consustancial al proceso de enseñanza-aprendizaje, que es función propia al proceso, por lo que mantienen vínculos que no pueden romperse, ya que esto afectaría al propio proceso.
- Se mantiene en diferentes tiempos del proceso del aprendizaje que se da en un inicio, en un proceso y en el final de la enseñanza.
- Mantiene diferentes actos y operaciones que buscan analizar el objetivo logrado en el objeto, dada la información obtenida de este, que permite una valorización de los resultados para desarrollar retroalimentación o el juicio que corresponda a la evaluación con el fin de modificar lo que sea mejor dentro del objetivo planteado.
- Considera diferentes medios, procesos y agentes de evaluación.
- Considera atributos cuantitativos y cualitativos del objeto de evaluación.
- Establece los elementos implicados en la enseñanza y permite proponer un ambiente educativo.

Las evaluaciones también permiten en el aprendizaje identificar los componentes de esta como son:

- Evaluación al estudiante y autoevaluación del estudiante. Siendo una doble dirección donde el estudiante es el sujeto y el objeto, permite no solo la evaluación, sino que por la edad juvenil que mantienen la mayoría logra una característica de formación profesional mayor, así como también del adulto trabajador y del posgrado.
- Evaluadores son el profesor y los estudiantes. Esta evaluación dada por otros sujetos de la enseñanza se da ineludiblemente en el nivel universitario, dada la capacidad de formación, quien hace la evaluación permite mediar lo que corresponda en relación al estudiante.

Se debe de considerar siempre que el objeto del aprendizaje, denominado así a lo que se debe de aprender, debe reflejar los objetivos y contenidos de la enseñanza para poder seleccionar lo que se va a considerar en la evaluación, no se trata de dificultar o evaluar lo que no se ha mostrado; entonces, se puede indicar que debe de presentarse aspectos propios al espacio y tiempo, así como los medios, la vías de interacción, el clima socio-sicológico, incluso características de situaciones de aprendizaje y evaluación del conocimiento que se plantea en cada materia o curso. Por ello, se considera que los resultados de la evaluación no solo



dependen del sujeto que es evaluado, es decir, el estudiante, sino también de todos los componentes que intervienen en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Las evaluaciones no solo deben de estar centradas en la calificación (asignar una nota o valor) o examinar (tomar un examen) sino que debe de trascender a la conjugación de ambas acciones. La calificación permite emitir juicio evaluativo, lo que permite muchas veces no apreciar las fortalezas o debilidades de aprender, ya que brinda solo una información limitada, además se debe de indicar que el examen solo se mantiene como un proceso tradicional, que se le da un alto valor de importancia, así como a la nota, por lo que, en la conjugación de ambos, solo interesa la nota que recibe el estudiante por el examen dado.

Citando nuevamente a Casanova (2007), se considera resolver las preguntas ¿por qué y para qué evaluar? Desde el punto de vista de las funciones que cumple la evaluación:

- Define significados pedagógicos sociales. En su categoría lingüística, se establece el logro, el fracaso, el rendimiento educativo, buenos o malos estudiantes, calidad de la enseñanza, progreso y excelencia.
- La simbolización de la posesión del conocimiento, plasmada en certificados y títulos emitidos por las organizaciones educativas, que permiten una ubicación y muestra ante las sociedades.
- La evaluación establece la relación intrínseca de poder entre el evaluado y evaluador, dando la responsabilidad de los resultados propios al proceso de aprendizaje que se desarrolle.
- La evaluación permite una organización, determinando la promoción del estudiante, repitencia, retiro de docente, certificaciones y todos los aspectos que permiten una mejor organización a las entidades educativas.
- La función pedagógica de la evaluación se establece en el ambiente y la motivación que recibe y percibe el alumno, con lo cual se puede afianzar aún más el aprendizaje del sujeto.
- La función de dirección, se da porque la evaluación permite direccionar que debe de mejorarse o continuar en el proceso, ya que establece un punto de partida y otro de llegada.

Pero no solo se debe de considerar por qué y para que, sino que también se debe de tener en cuenta ¿qué evaluar?, siendo esta una decisión que tiene el docente, la misma que debe establecerse bajo ideologías y axiologías que permitan dar el valor correspondiente a lo que se busca alcanzar en el proceso. Pero, una vez dada la respuesta a esa pregunta se debe de considerar la siguiente: ¿cómo evaluar?, para responder esta pregunta se considera lo siguiente:

- Analizar y considerar, en relación a la realidad cercana al sujeto, aquellos objetivos de la evaluación que se quiere realizar.
- Lo afectivo y cognitivo no puede ser excluyente uno del otro, sino que participan conjuntamente para lograr una evaluación holística.
- Tener en cuenta las fases o momentos en el proceso enseñanza–aprendizaje donde se debe de dar una evaluación, considerando para ello los métodos y forma de aplicación.
- La formación del juicio evaluativo, solo se dará bajo la recopilación de información que proporcionen los instrumentos y formas de aplicación de los mismos en el objeto que es evaluado, la selección de estos debe de tener relación con la ventaja y desventaja que cada uno de estos tenga.
- Los aspectos sociales, y los requerimientos físicos y monetarios con los que se cuenta para el desarrollo de la evaluación son componentes a tener en cuenta antes de la ejecución de evaluación.

Además de considerar lo relacionado a los aspectos de evaluación, como parte del presente punto, se debe de tener en cuenta lo que implica la parte epistemológica y su sustento del porque se ha planteado.

Las universidades, son consideradas muchas veces como los centros académicos que otorgan el conocimiento de las sociedades. Para el Estado Peruano, la universidad es la congregación de una comunidad académica orientada a la investigación y la docencia, cuyo fin es preservar, acrecentar y transmitir permanentemente la herencia científica, tecnológica, cultural y artística, así, como realizar y promover la investigación (Congreso de la República del Perú, 2014).

#### 4. NIVELACIÓN ACADÉMICA

Nivelación: *Acción y efecto de nivelar.* (RAE, 2018)

Nivelar

1. tr. *Poner un plano en la posición horizontal justa.*
  2. tr. *Poner a igual altura dos o más cosas materiales.*
  3. tr. *En la construcción, igualar un terreno o superficie.*
  4. tr. *Igualar algo con otra cosa material o inmaterial. U. t. c. prnl.*
  5. tr. *Aplicar el nivel para reconocer si existe o falta la horizontalidad.*
  6. tr. Topogr. *Hallar la diferencia de altura entre dos puntos de un terreno.*
- (RAE, 2018)

Académica

1. adj. *Perteneciente o relativo a las academias. Diploma académico.*
  2. adj. *Propio y característico de las academias. Discurso, estilo académico.*
  3. adj. *Perteneciente o relativo a centros oficiales de enseñanza, especialmente a los superiores. Curso, expediente, título académico.*
  4. adj. *Dicho de una obra de arte o de su autor: Que observa con rigor las normas clásicas.*
  5. adj. *Ajustado a pautas tradicionales de corrección o propiedad.*
  6. adj. Esc. y Pint. *Perteneciente o relativo a la academia (¶ estudio de un modelo al natural).*
  7. adj. Fil. *Dicho de un filósofo: Seguidor de la escuela de Platón. U. t. c. s.*
  8. adj. Fil. *Perteneciente o relativo a la escuela de Platón.*
  9. m. y f. *Individuo perteneciente a una corporación académica.*
- año académico (RAE, 2018)

De las definiciones anteriores, tomamos la cuarta acepción de la palabra nivelar y la tercera acepción de la palabra académica, entonces podemos ensayar una definición de nivelación académica, en el contexto del presente estudio como: el hecho de que los estudiantes de un mismo semestre alcancen un mismo nivel de comprensión y manejo de algún concepto ya brindado con anterioridad.



Dada la definición ensayada, la nivelación académica se puede lograr a través de cursos, clases, reforzamiento, o en todo caso y en forma más organizada, a través de programas de nivelación académica.

Se pretende, a través de estos programas de nivelación académica, que son dictados a todo nivel, es decir, en niños, escolares y en educación superior, que los estudiantes tengan un mismo nivel de competencia con respecto a un concepto o tema específico.

Uno de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje que garantizan una buena eficacia en la obtención de aprendizajes significativos en los estudiantes es, sin duda alguna, la ejecución de procesos de nivelación académica o conocidos también con el nombre de refuerzo educativo. Esta línea de actuación va destinada a mejorar las perspectivas de los estudiantes con dificultades en su rendimiento escolar.

La elaboración y la ejecución de planes de atención centrados en el refuerzo educativo deberán proporcionar acciones de apoyo en aquellos casos en los que los estudiantes manifiesten dificultades relacionadas con estos aspectos:

Dificultad en la comprensión y reflexión de algunas materias académicas en particular, se dan:

- Cuando el estudiante manifiesta bajas expectativas académicas relacionadas con el mal desempeño del docente o malos hábitos de estudio.
- Limitada participación del estudiantado en las actividades formativas del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Marcada ausencia, por parte del estudiantado de hábitos de estudio y trabajo académico en su proceso formativo.

Respecto de este último punto, Paula Sambrano, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, argumenta que: *“La finalidad central de unificar posturas entre las actividades de refuerzo educativo a fin de obtener eficacia en el rendimiento académico del estudiante, es precisamente hacer que el refuerzo educativo, busque de manera fácil la adquisición de hábitos de organización y constancia en el estudio”*. (Sambrano Islandh, 2000).

## 5. REFUERZO EDUCATIVO

Considera Sambrano Islandh (2000) como refuerzo educativo a la actividad que se desarrolla, ante el no logro de meta que se da en el estudiante, es decir, el rendimiento académico no es el que se proyectó, por eso se debe de apoyar al estudiante para lograr la meta esperada.

Para Pérez Porto & Merino (2009), la palabra eficacia tiene su origen en el término latino *efficacia*, la cual refiere a la capacidad de alcanzar el efecto que se desea tras la realización de una acción.

Esta dice que el proceso de enseñanza-aprendizaje deberá ejecutarse de la manera más factible y efectiva posible, persiguiendo siempre el mejor actuar, a fin de obtener resultados concretos y de gran calidad, buscando que las lecciones desarrolladas en el salón de clase puedan ser fácilmente comprendidas por los estudiantes, el cual deberá proporcionar evidencias claras de su aprendizaje significativo. La eficacia como concepto conduce en el plano educativo a la generación de una escuela eficaz; en ese sentido Murillo (2005) señala que:

*“Una escuela eficaz es aquella que consigue un desarrollo integral de todos y cada uno de sus alumnos, mayor de lo que podría esperarse, teniendo en cuenta su rendimiento previo y la situación social, económica y cultural de las familias”.*

El refuerzo educativo como aporte eficaz a la mejora educativa, también lo señala Murillo (2005) citando a Skinner, indico que en sus estudios de condicionamiento operante hace una clara referencia al refuerzo (educativo) como:

*“El refuerzo es un condicionamiento manifestado en una conducta que busca incrementar la frecuencia de una respuesta positiva ante los cambios de conducta que se demandan de un sujeto”.*

El refuerzo educativo debe operar en el estudiante cambios significativos. La eficacia del refuerzo educativo dependerá mucho de su entorno. Los programas de reforzamiento educativo, que son momentos pedagógicamente diseñados que buscan la aparición de la respuesta, irán seguidos de un reforzador conductual del modo y forma en cómo se aprende mejor.

*“Las acciones de refuerzo educativo también dependen en gran medida de la participación y el compromiso de las autoridades administrativas de los centros de enseñanza, quienes para modificar la situación de bajo rendimiento académico*

*deberán hacer del refuerzo un ejercicio responsable que incremente la integración y potencie la eficacia y la eficiencia de los programas que desarrolla.” (Oliva, 1979)*

## 6. MATEMÁTICAS APLICADAS – TRANSFORMADA Z

Para Yirda (2021) el concepto de matemáticas aplicadas se refiere a todos aquellos Métodos y Herramientas Matemáticas que pueden ser utilizados en el análisis o solución de problemas pertenecientes al área de las ciencias aplicadas o sociales.

Una de esas herramientas matemáticas es la Transformada Z (TZ). La Transformada Z (TZ) tiene el mismo papel en el análisis de señales y sistemas de tiempo discreto lineales e invariantes en el tiempo (L.I.T.) que la transformada de Laplace en el análisis de señales y sistemas continuos L.I.T. A modo de ejemplo, la convolución de dos señales en el dominio del tiempo discreto tiene su equivalente con la operación de multiplicar sus respectivas transformadas en el dominio Z, esta propiedad simplifica, enormemente, el análisis de los sistemas de tiempo discreto. Además, la transformada Z proporciona una manera de caracterizar señales, sistemas L.I.T. y sus respuestas a varias señales usando para ello los polos y los ceros de la función de transferencia en el dominio transformado, conocido como dominio o plano Z. Destacar que, desde un punto de vista matemático, la transformada Z de una señal discreta supone una representación alternativa a la que, normalmente, se utiliza, esta es, la representación temporal. De hecho, el índice temporal desaparece en dicha transformada Z. Es una representación alternativa, pero se tiene la misma información que en el dominio del tiempo discreto.

### 6.1 Definición de la transformada Z

Es una representación para señales en tiempo discreto mediante una serie infinita de números complejos o una serie de potencias de la forma:

$$X(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]z^{-k}$$

donde z es una variable compleja.

La ecuación anterior transforma la señal  $x[n]$  en una función de la variable compleja z, lo que se puede denotar como un operador, es decir:



$$X(z) = Z\{x[n]\}$$

y existe una relación entre el dominio del tiempo discreto  $n$  y el dominio complejo  $z$

$$x[n] \xleftrightarrow{Z} X(z)$$

Como la transformada  $z$  es una serie infinita de potencias, ésta existe solo para los valores de  $z$  para los que la serie converge. La región de convergencia (ROC, region of convergence) de  $X(z)$  entonces es el conjunto de valores de  $z$  para los que  $X(z)$  es finita

$$X(z) = \left| \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]z^{-k} \right| < \infty$$

Entonces, siempre que se hable de la transformada  $Z$  de una señal, debe incluirse la ROC.

La transformada  $Z$ , tal como se definió, es comúnmente llamada transformada  $Z$  de dos lados o bilateral, en contraste, la transformada  $Z$  de un lado o unilateral se define como

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x[k]z^{-k}$$

Resulta obvio que las transformadas unilateral y bilateral son equivalentes solo si  $x[n] = 0$  para  $n < 0$ .

Existe una relación muy cercana entre la transformada de Fourier y la transformada  $Z$ . Se puede observar que si en la definición de la transformada  $Z$  se hace la variable compleja  $z$  igual a la variable compleja  $e^{j\omega}$ , se obtiene la transformada de Fourier. Cuando existe, la transformada de Fourier es simplemente  $X(z)$  con  $z = e^{j\omega}$ . Esto impone la restricción de que  $z$  tiene una magnitud unitaria, esto es, para  $|z| = 1$ , la transformada  $z$  corresponde a la transformada de Fourier.

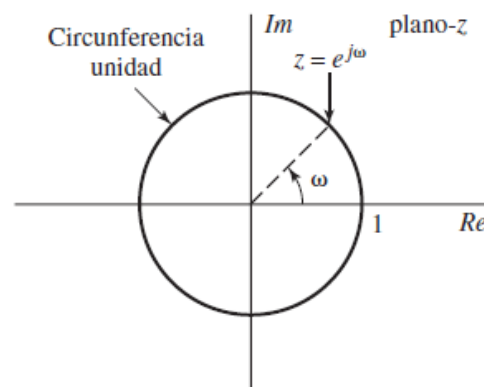
## 6.2 Región de convergencia

Según Oppenheim, A. (2011) indica que “Dada una secuencia, el conjunto de valores de  $z$  para el que la transformada  $Z$  converge se denomina *región de convergencia*” (p.101)

Dicho de otra manera, la región de convergencia (ROC, region of convergence) de  $X(z)$  es el conjunto de valores de  $z$  para los que  $X(z)$  es finita.

Como la transformada  $Z$  es una función de variable compleja, es conveniente describirla e interpretarla utilizando el plano complejo  $z$ . En el plano  $z$ , el contorno correspondiente a  $|z| = 1$  es una circunferencia de radio unidad, como se muestra en la Figura 6. Este contorno, denominado *circunferencia unidad*, es el conjunto de puntos  $z = e^{j\omega}$  para  $0 \leq \omega < 2\pi$ . La transformada  $Z$  evaluada en la circunferencia unidad es la transformada de Fourier. Nótese que  $\omega$  es el ángulo que forma un vector desde el origen al punto  $z$  de la circunferencia unidad con el eje real del plano complejo  $z$ . Si evaluamos  $X(z)$  en puntos de la circunferencia unidad comenzando en  $z = 1$  (es decir,  $\omega = 0$ ) pasando por  $z = j$  (es decir,  $\omega = \pi/2$ ) hasta  $z = -1$  (es decir,  $\omega = \pi$ ), obtenemos la transformada de Fourier para  $0 \leq \omega \leq \pi$ .

**Figura 9: La circunferencia unidad en el plano complejo  $z$**



**Fuente: Oppenheim & Schafer (2011)**

Si se expresa  $z$  en su forma polar  $z = re^{j\varphi}$ , con  $r = |z|$  y  $\varphi = \angle z$ , entonces

$$X(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]r^{-k}e^{-j\varphi k}$$

Puesto que dentro de la ROC de  $X(z)$  se debe cumplir que  $|X(z)| < \infty$ , entonces

$$|X(z)| = \left| \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]r^{-k}e^{-j\varphi k} \right| \leq \sum_{k=-\infty}^{\infty} |x[k]r^{-k}|$$

es decir,  $|X(z)|$  es finita si y solo si  $|x[k]r^{-k}|$  es absolutamente sumable.

Para encontrar la ROC se debe entonces encontrar el rango de valores de  $r$  para los que la secuencia  $|x[k]r^{-k}|$  es absolutamente sumable.

Podemos escribir

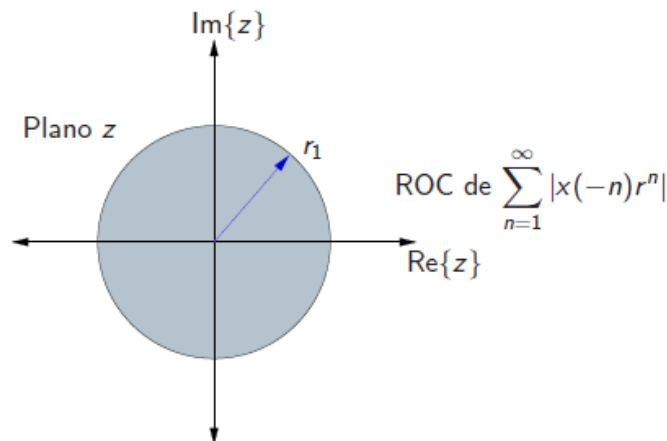
$$|X(z)| = \sum_{k=-\infty}^{-1} |x[k]r^{-k}| + \sum_{k=0}^{\infty} |x[k]r^{-k}|$$

$$|X(z)| = \sum_{k=1}^{\infty} |x[-k]r^k| + \sum_{k=0}^{\infty} |x[k]r^{-k}|$$

y ambas sumatorias deben converger si  $|X(z)|$  ha de ser finito. Para la primera suma, que corresponde a los elementos anticausales, deben existir valores de  $r$  suficientemente pequeños para que  $|x[-k]r^k|$  sea absolutamente sumable ( $r < r_1$ ) (ver Figura 10)



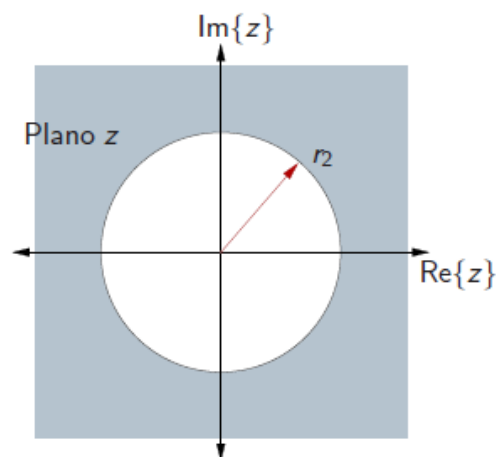
**Figura 10: Representación gráfica de la ROC para  $r$  suficientemente pequeños**



**Fuente: Alvarado Moya (2011)**

Para la segunda suma, correspondiente a los elementos causales de  $x[k]$ , se necesitan valores de  $r$  suficientemente grandes para que  $x[k]r^{-k}$  sea absolutamente sumable y por tanto converja. Por ello, la ROC serán los puntos fuera de una circunferencia  $r > r_2$  (Figura 11).

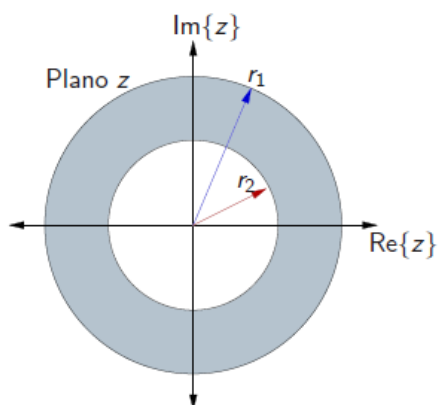
**Figura 11: Representación gráfica de la ROC para  $r$  suficientemente grandes**



**Fuente: Alvarado Moya (2011)**

Para ambas sumas la región de convergencia es la es la región anular del plano  $z$ ,  $r_2 < r < r_1$  mostrada en la Figura 11

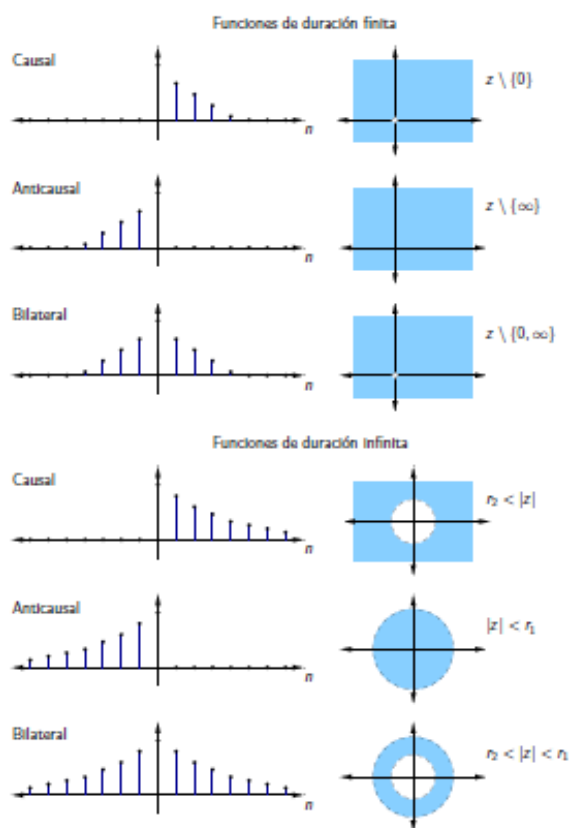
**Figura 12: Representación gráfica completa de la ROC**



**Fuente: Alvarado Moya (2011)**

La figura 12 muestra un resumen de lo dicho en cuanto a la relación de la causalidad de una señal con respecto a la ROC de su transformada  $z$ .

**Figura 13: Relación entre señales discretas y su ROC**



**Fuente: Alvarado Moya (2011)**

### 6.2.1 Propiedades de la región de convergencia

La región de convergencia (ROC) de la transformada  $Z$  depende de la naturaleza de la señal. Estas propiedades se exponen a continuación. Se asume que la expresión algebraica de la transformada  $Z$  es una función racional y que  $x[n]$  es una secuencia de amplitud finita, excepto, posiblemente, en  $n = -\infty$  o  $n = \infty$ .

- Propiedad 1: La ROC es un anillo en el plano  $z$  centrado al origen. Esto es  $0 \leq r_1 < |z| < r_2 \leq \infty$ .
- Propiedad 2: La Transformada de Fourier de  $x[n]$  converge absolutamente si y sólo si la ROC de la transformada  $Z$  de  $x[n]$  incluye al círculo unitario.
- Propiedad 3: La ROC no puede contener ningún polo.
- Propiedad 4: Si  $x[n]$  es una secuencia de duración finita, la ROC será todo el plano  $z$ , excepto posiblemente  $z = 0$  o  $z = \infty$ .
- Propiedad 5: Si  $x[n]$  es una secuencia causal (o, lo que es lo mismo, de lado derecho o lateral derecha), la ROC es la parte del plano  $z$  que se extiende hacia afuera del círculo que pasa por el polo finito más externo (con magnitud más grande) de  $X(z)$  hasta (y posiblemente incluyendo)  $z = \infty$ .
- Propiedad 6: Si  $x[n]$  es una secuencia no causal (o, lo que es lo mismo, de lado izquierdo o lateral izquierda), la ROC es la parte del plano  $z$  que se encuentra dentro del círculo que pasa por el polo distinto a cero más interno (con magnitud menor) de  $X(z)$  hasta (y posiblemente incluyendo)  $z = 0$ .
- Propiedad 7: Si  $x[n]$  es una secuencia de doble lado (doble-lateral), por definición de duración finita, la ROC será un anillo en el plano  $z$  delimitado en el interior y exterior por un polo y, de forma consistente con la propiedad 3, sin incluir ningún polo. Esto es, la ROC es la intersección de una ROC causal y una ROC no-causal con polos limitando tanto el diámetro interior como el exterior de la ROC sin incluir ningún polo.
- Propiedad 8: La ROC es una región conectada.



### 6.3 Propiedades de la transformada Z

Con mucha frecuencia se han empleado métodos de transformación para simplificar el análisis y síntesis de sistemas gobernados por ecuaciones diferenciales o en diferencias.

La transformada Z es una regla por la cual una secuencia de números es convertida a una función de la variable compleja  $z$ . Debido a su estructura básica, la transformada Z posee propiedades que facilitan la solución de ecuaciones en diferencias lineales usando simplemente manipulaciones algebraicas. Algunas de las propiedades más importantes de la transformada Z son:

#### 6.3.1 Superposición

Se compone de las características de:

1. Homogeneidad:

$$f(k) \leftrightarrow F(z)$$

$$af(k) \leftrightarrow aF(z)$$

2. Aditividad:

$$f(k) \leftrightarrow F(z)$$

$$f(k) \leftrightarrow F(z)$$

entonces:

$$f_1(k) + f_2(k) \leftrightarrow F_1(z) + F_2(z)$$

Por lo tanto, la propiedad de superposición establece que si:

$$f(k) = af_1(k) + bf_2(k)$$

la transformada Z correspondiente es:

$$Z\{f(k)\} = Z\{af_1(k) + bf_2(k)\} = Z\{af_1(k)\} + Z\{bf_2(k)\}$$

$$\therefore F(z) = aF_1(z) + bF_2(z)$$

### 6.3.2 Desplazamiento a la derecha (Retraso)

Suponga que la señal  $f(k)$ , la cual es idéntica a cero para un tiempo negativo, es aplicada a la entrada de un sistema cuya salida es igual a la entrada pero retrasada  $m$  unidades de tiempo discreto.

a respuesta del sistema se define entonces por:

$$y(k) = f(k - m); k \geq 0$$

La transformada de la salida  $y(k)$  se define a su vez como:

$$Y(z) = \sum_{k=0}^{\infty} y[k]z^{-k} = \sum_{k=0}^{\infty} f[k - m]z^{-k}$$

Recordando que la secuencia  $f(k)$  fue especificado en cero para  $k$  negativo, tenemos:

$$Y(z) = f(0)z^{-m} + f(1)z^{-m-1} + f(2)z^{-m-2} + \dots$$

$$Y(z) = z^{-m}[f(0) + f(1)z^{-1} + f(2)z^{-2} + \dots]$$

La sumatoria dentro de los corchetes se reconoce como la transformada de  $f(k)$ , por lo que:

$$Y(z) = z^{-m}F(z) \quad \text{para } |z| > R$$

$$Z\{f[k - m]\} = z^{-m}F(z) \quad \text{para } |z| > R$$

Así como la propiedad de desplazamiento, se pueden demostrar algunas otras propiedades de la transformada Z que pasaremos a enumerar:

### 6.3.3 Propiedad de reflexión

$$Z\{f[-k]\} = F\left(\frac{1}{z}\right)$$

#### 6.3.4 Anticausal

$$Z\{f[-k]u[-k-1]\} = F\left(\frac{1}{z}\right) - f(0) \text{ para } f[n] \text{ causal}$$

#### 6.3.5 Escalamiento

$$Z\{\alpha^n f[k]\} = F\left(\frac{z}{\alpha}\right)$$

#### 6.3.6 Multiplicación por $n$

$$Z\{nf[k]\} = -z \frac{dF(z)}{dz}$$

#### 6.3.7 Multiplicación por coseno

$$Z\{\cos(n\Omega)f[k]\} = 0.5[F(ze^{j\Omega}) + F(ze^{-j\Omega})]$$

#### 6.3.8 Convolución

$$z\{f[k] * h[k]\} = F(z)H(z)$$

## 7. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Algunos trabajos similares al presente estudio son:

### 7.1 Internacionales

La investigación de Santelices, y otros (2013), titulada “Impacto de un programa de nivelación de ciencias básicas en estudiantes de primer año de la carrera de Medicina” y cuyo objetivo fue asociar los resultados de un programa de nivelación de conocimientos de biología celular (BC) y bioquímica (BQ), con el rendimiento académico, utilizando para ello encuestas sobre la unidad de estudio que eran los estudiantes del primer año de medicina, obtuvo resultados como que los programas de nivelación si ayudan a los estudiantes en sus rendimientos.

La investigación de Allendes (2018), titulada “Programa remedial de matemáticas. La experiencia del instituto profesional DUOCUC”, tuvo como objetivo analizar los resultados del programa remedial que se implementó en el instituto profesional DUOCUCC, con un enfoque cuantitativo, empleando para ello una prueba



de entrada y de salida con 70 preguntas de selección múltiple para clasificar a los estudiantes según sea el nivel de conocimiento, en los estudiantes del primer año de todo el instituto, presentó resultados favorables, pues luego de concluido el curso, se les vuelve a tomar la misma prueba, con el fin de comparar, algo similar a una línea base de entrada y una de salida, y se tiene como conclusión que los aspectos de conocimiento matemáticos son relativamente homogéneos en todos los participantes

La investigación de Portales, Estay, y Cabezas (2015) intitulada: “Nivelación académica en matemática: ¿un factor que aporta a la disminución del abandono?” y cuyo objetivo fue determinar que una de las causas de esa deserción era que los estudiantes tenían dificultades para aprobar los cursos de matemática, con un enfoque cuantitativo, utilizó instrumentos como las fichas documentales para el rendimiento académico y una prueba que sería la línea de entrada y otra de salida, sobre la unidad de estudio, que eran los estudiantes de primer año, permitió resultados que el *Programa Introducción a la Matemática Universitaria (PIMU)*, si favorece a nivelar a los estudiantes en matemática, según sus niveles y necesidades.

En el trabajo de investigación de Chacón Vargas y Roldan Villalobos (2021) que lleva por título “Factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes de primer año en el curso de matemáticas generales del ITCR” busca identificar las variables que puedan influir en el desempeño académico de los estudiantes de primer año que llevan el curso de Matemática General que se imparte en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Para lo cual se aplicó una encuesta con 90 preguntas a una muestra conformada por 729 estudiantes de primer año matriculados en el curso de Matemática General en el primer semestre de 2018. Además, se obtuvo datos adicionales a la Oficina de Admisiones y Matrícula que se analizaron para encontrar que variables influyen en el desempeño académico de los alumnos en el curso. Se hizo un análisis de regresión y bondad de ajuste, Las variables como las calificaciones en las secciones de razonamiento matemático y verbal de la prueba de competencia académica, el promedio de calificaciones de los dos últimos años de la educación secundaria y el nivel ingreso presentaron correlaciones estadísticamente significativas. En otro apartado las variables que tuvieron mayor influencia en el desempeño académico del curso fueron el tipo de educación (público, privado o semiprivado) y la modalidad (académico, técnico, bilingüe experimental).

Por otro lado, en el trabajo de Vásquez Cordova (2020) titulado “Estrategias de aprendizaje de estudiantes universitarios como predictores de su rendimiento académico” Para el estudio se identifica variables predictoras del rendimiento académico de estudiantes universitarios en el ámbito de las estrategias de aprendizaje. Basados en el test de Pintrich, Smith, García y McKeachie (1991) denominado MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) con la finalidad de identificar las estrategias de aprendizaje y analizarlas mediante un modelo de regresión múltiple y se detectó con un  $R^2$  ajustado=0.30 que las estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes que actúan como predictores de su rendimiento académico. Y las estrategias que destacan son las áreas de manejo del tiempo y el ambiente de estudio, regulación del esfuerzo y estrategias de elaboración.

## 7.2 Nacionales

Es Benites Araujo (2019), quien en su trabajo “Aplicación del programa de nivelación para mejorar la competencia de ingreso en el área de matemática a estudiantes de educación inicial de la Universidad Privada Antenor Orrego – 2018”, fue de tipo aplicativo y plantea como objetivo medir los resultados del rendimiento académico, luego de aplicar un programa de nivelación para mejorar la matemática en los estudiantes Educación Inicial, tomando una muestra de 50 estudiantes del primer ciclo de la Facultad de Educación y Humanidades. Luego de aplicar el programa obtuvo resultados de promedio mayores a los que se empleó en el primer momento, señalando que el uso de la repetición, estrategias y trucos para codificar, registrar y mantener la información fueron estrategias favorables en el programa. Concluye que se debe aplicar programas de nivelación según sea el caso en las universidades, pues el problema de la matemática suele ser de memoria en los procesos que dan solución a problemas.

Es Sernaqué Barrantes (2018), quien en su trabajo intitulado “Evaluación de las capacidades en el curso de matemática y lógica de los alumnos ingresantes a la carrera de Ingeniería Civil, como referencia básica para la propuesta de un programa académico de nivelación, en Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote”, en su trabajo de tipo cuantitativo, de diseño no experimental, transversal, descriptivo; plantea como objetivo el medir el nivel que se tiene en las matemáticas en los estudiantes ingresantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Filial Piura, 2015 – 01, luego de

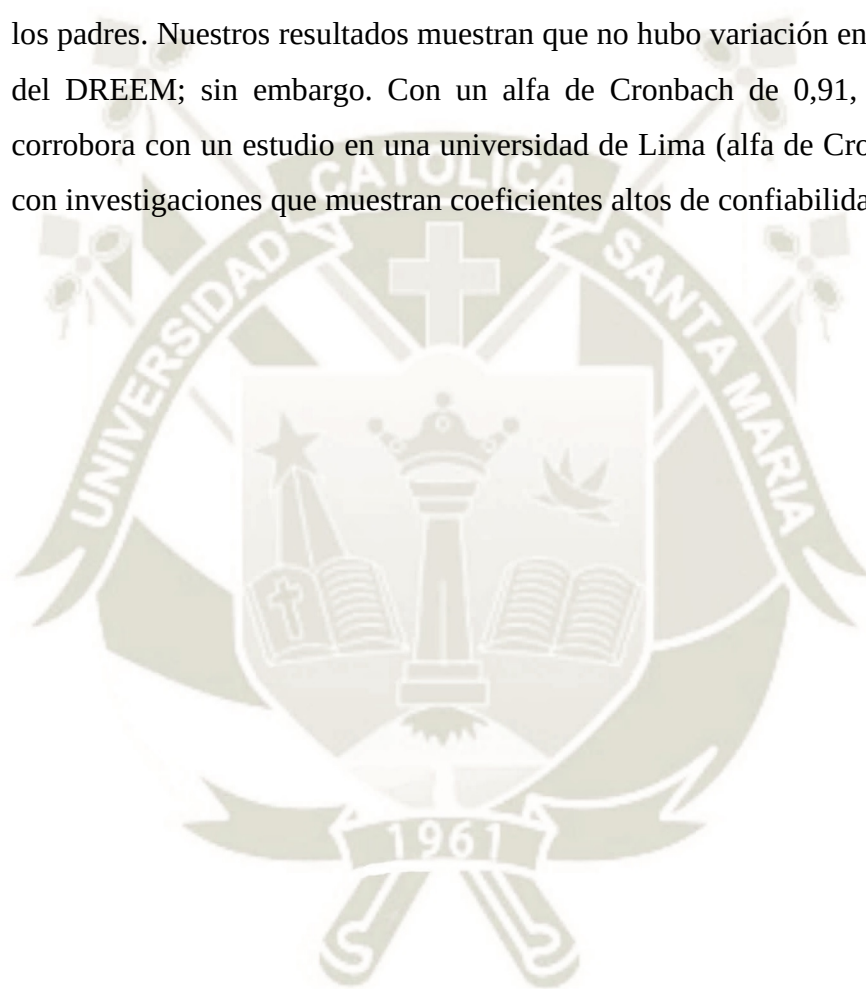
aplicar un evaluación para el curso de Matemática y Lógica. Consideró una población de 98 estudiantes. Los resultados muestran que el nivel de ellos es de 6,1% alto, 41,8% medio y 52,0% bajo. Concluye que a pesar de ser estudiantes de una carrera de “números”, el nivel es muy bajo y se tiene que reforzar para no tener problemas en el desarrollo de su carrera.

Por otro lado, se tiene que a Dávila Solano y Rodríguez Tito (2017) en su trabajo titulado “Características del taller de nivelación y tecnología de la información y comunicación en la enseñanza de la matemática y el logro del aprendizaje de los estudiantes del programa Beca 18 en el Instituto Superior Tecnológico Privado TECSUP – Santa Anita”, señala que en varias universidades se presentan cursos remediales o de nivelación, con el fin de fortalecer las debilidades académicas de los estudiantes en sus primeros semestres, incluso hay universidades que lo hacen en forma especial, personalizando este proceso. Por ello plantea como objetivo explicar las características del Taller de nivelación y el de Tecnología de la información y comunicación y su influencia en el logro del aprendizaje de los estudiantes del Programa de Beca 18 en el Instituto Tecnológico Privado TECSUP en Santa Anita, siendo de tipo aplicativo y de nivel explicativo no experimental, aplicando a una muestra de 40 estudiantes. Por los resultados obtenidos se aprecia que el chi cuadrado permite aceptar la hipótesis nula señalando que las características del curso de nivelación si influyen en el aprendizaje de los estudiantes. Concluye que los programas de nivelación tienen resultados favorables en el proceso enseñanza aprendizaje.

En el trabajo de investigación de Rojas Bolivar , Bardalez Garcia, Bravo Vasquez, Arroyo Ramirez, y Yon Leaud (2020) denominado “Percepción del ambiente educacional y rendimiento académico en una escuela de medicina de Lima: un estudio longitudinal” el principal objetivo fue determinar si los cambios en la percepción del ambiente académico están relacionados con la variación en el rendimiento académico de los estudiantes de medicina de una universidad pública en el periodo 2014-2018. Se realizó un estudio longitudinal y se evaluó el ambiente educacional mediante el Dundee Ready Educational Environment Measure (DREEM). En la primera etapa se aplicó la medición a estudiantes de segundo año en 2014 y la segunda medición fue en 2018. Mediante la prueba «t» de Student se hizo el análisis en datos pareados para comparar las medias del DREEM. La relación



entre percepción del ambiente educacional y rendimiento académico se evaluó a través de ecuaciones de estimaciones generalizadas, sin embargo, no se encontró una diferencia significativa entre los promedios del DREEM. Pese a que se señala que el DREEM posee influencia sobre el rendimiento académico se ha realizado pocos estudios sobre el tema, sin embargo, se ha identificado variables que influyen en el desempeño académico que el sexo femenino, el antecedente de buen rendimiento académico escolar, el estrés, el método de enseñanza y el nivel socioeconómico de los padres. Nuestros resultados muestran que no hubo variación en las puntuaciones del DREEM; sin embargo. Con un alfa de Cronbach de 0,91, que el resultado corrobora con un estudio en una universidad de Lima (alfa de Cronbach de 0,94) y con investigaciones que muestran coeficientes altos de confiabilidad del DREEM.



## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

#### 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

##### 1.1 Técnicas

En el presente estudio, se aplicó la técnica de observación experimental y se emplearon la ficha de observación estructurada y la matriz de registro. (Paredes Nuñez, Manual para la Investigación Científica, 2016). La recolección de datos se realizó mediante el instrumento denominado Prueba de Conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales. Para la nivelación académica se empleó como instrumento el programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z.

##### 1.2 Tabla de Operacionalización de variables

La operacionalización de variables, se considera en la tabla 1 siguiente:

**Tabla 1 Operacionalización de variables**

| VARIABLE                                             | INDICADORES                                                                           | SUB INDICADORES                                                                                                                     | Ítem                     | Escala                                  |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| Programa de nivelación de matemática (Independiente) | Transformada Z – definición y conceptos                                               | Planificación y contenido de talleres TZ definición y conceptos.                                                                    | Sesión N°1<br>Sesión N°2 | Nominal<br>Nominal                      |
|                                                      | Propiedades de la transformada Z                                                      | Planificación y contenido de talleres propiedades TZ.                                                                               | Sesión N°3               |                                         |
|                                                      | Aplicaciones de la transformada Z en el procesamiento Digital de Señales Conocimiento | Planificación y contenido de talleres aplicaciones de la TZ en el análisis de diseño de STD en el PDS.                              | Sesión N°4<br>Sesión N°5 | Nominal<br>Nominal                      |
|                                                      | Aplicación del programa                                                               | Talleres ejecutados<br>Participación de estudiantes<br>Evaluaciones ejecutadas<br><br>Informe sin y con implementación del programa | Pre Test, post test      | Escala<br>Escala Ordinal<br><br>Nominal |

|                                     |                                                                       |                                                                                                                                                                     |                                |                    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Rendimiento académico (Dependiente) | - Análisis de sistemas de tiempo discreto empleando la Transformada Z | - Aplica la definición, conceptos e interpretación de la Transformada Z en la solución de ejercicios escogidos.                                                     | Pregunta 4 PC                  | Ordinal            |
|                                     |                                                                       | - Aplica las propiedades de la Transformada Z en la solución de ejercicios escogidos.                                                                               | Pregunta 3 PC                  | Ordinal            |
|                                     |                                                                       | - Realiza el análisis de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z y ejecuta soluciones de ejercicios escogidos de análisis de sistemas de tiempo discreto. | Pregunta 2 PC<br>Pregunta 6 PC | Ordinal<br>Ordinal |
|                                     | - Diseño de sistemas de tiempo discreto empleando la Transformada Z   | - Reconoce e interpreta especificaciones y/o requisitos de sistemas de tiempo discreto.                                                                             | Pregunta 1 PC                  | Ordinal            |
|                                     |                                                                       | - Soluciona ejercicios escogidos de diseño de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z                                                                     | Pregunta 5 PC                  | Ordinal            |

Elaboración: propia

La investigación sigue un diseño cuasi experimental clásico de dos grupos:

|   |                 |    |                 |                      |
|---|-----------------|----|-----------------|----------------------|
| R | VD <sub>1</sub> | VI | VD <sub>2</sub> | ← Grupo experimental |
| R | VD <sub>1</sub> |    | VD <sub>2</sub> | ← Grupo de control   |

R: Preparación de los grupos experimental y control.

VD<sub>1</sub>: Aplicación del pre-test a los grupos experimental y de control.

VI: Aplicación del Programa de Nivelación Académica en matemática aplicada – transformada Z. (Aplicación del estímulo)

VD<sub>2</sub>: Aplicación del post-test a los grupos experimental y de control.

### 1.3 Instrumentos

#### 1.3.1 Prueba de Conocimientos

La prueba de conocimientos se diseñó para evaluar dos aspectos fundamentales de la aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales: el análisis y el diseño.

Se plantearon 6 cuestiones (problemas de solución procedimental) para la evaluación de los aspectos mencionados. Cada uno de estos problemas con diferentes ítems a responder. En la tabla 2 se muestra la estructura general de la



prueba de conocimientos y el aspecto que evalúa cada cuestión, así como el puntaje asignado considerando una escala vigesimal, es decir, la totalidad del puntaje debe alcanzar el valor de 20.

**Tabla 2 Estructura de la prueba de conocimientos**

| Nº de Pregunta | Análisis | Diseño | Puntaje |
|----------------|----------|--------|---------|
| 1              |          | X      | 2       |
| 2              | X        |        | 2       |
| 3              | X        |        | 4       |
| 4              | X        |        | 4       |
| 5              |          | X      | 4       |
| 6              | X        |        | 4       |

Elaboración: propia

De lo observado en la tabla 2, tenemos que 4 preguntas evalúan el análisis de STD utilizando la transformada Z (preguntas 2, 3, 4, 6) y 2 preguntas de la prueba de conocimientos evalúan el diseño de STD empleando la transformada Z (preguntas 1 y 5). Se incide más en la evaluación del análisis de STD 67%, del total de las preguntas, porque este resulta base para poder realizar un correcto diseño de los STD, que contempla un 33%, ya que el diseño es el nivel más alto del conocimiento porque implica la aplicación de conceptos, en este caso conceptos acerca de la transformada Z, para satisfacer especificaciones técnicas de los sistemas de tiempo discreto. Esta estructura de la prueba de conocimiento, es resultado de un equivalente de Pareto, es decir, 80-20, para que se pueda desarrollar en el tiempo establecido y comprobar los resultados pre y post, y fue sometido a juicio de expertos para su validez, como se muestra en el siguiente punto.

### **1.3.1.1 Validez**

El contenido del instrumento, en este caso, la prueba de conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales se validó mediante el juicio de expertos. Para ello se empleó el Formato para

Validación de Instrumento por Jueces Expertos proporcionado por la EPG de la UCSM.

El Formato para Validación de Instrumento por Jueces Expertos califica diferentes categorías como son la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. En cada categoría se emplean diferentes indicadores los cuales se califican de la siguiente manera: 1. No cumple con el criterio, 2. Bajo nivel, 3. Moderado Nivel y 4. Alto nivel.

El Anexo 4 que contiene a la Tabla: Validación del contenido de la prueba de conocimientos, muestra un resumen de la calificación alcanzada por el instrumento diseñado.

En opinión de un juez experto en esta tabla, la mayor cantidad de ítems alcanzan la calificación de 4, Alto nivel y unas pocas fueron calificadas con 3, Moderado nivel, es decir, las preguntas diseñadas y cada uno de los ítems de evaluación de la prueba de conocimientos tienen suficiencia, son claros, guardan coherencia y son relevantes respecto del trabajo de investigación realizado, por tanto, la prueba de conocimientos queda validada. Sin embargo, también se adjunta la opinión de otro juez experto que también tiene una evaluación favorable respecto de la prueba de conocimientos (ver anexo 4).

La Prueba de Conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales diseñada para propósitos de la investigación se puede consultar en el anexo 5 del presente trabajo.

El detalle del Formato para Validación de Instrumento por Jueces Expertos y la calificación realizada por los jueces expertos se puede consultar en el anexo 4.

### ***1.3.2 Programa de nivelación***

Dados los resultados de la aplicación del pre-test (prueba de conocimientos), se diseñó e implementó el instrumento Programa de Nivelación Académica en Matemática Aplicada – transformada Z (PNAMA)

Este programa, permite comprobar la hipótesis planteada, con lo cual se propondría la expansión de esta metodología al resto de cursos que se relacionan

con cursos de matemática y otras asignaturas con dificultad para alumnos de la EPIMMEM de la FCIFF de la UCSM, ya que estos pueden ser los que dificulten u ocasionen la continuidad de estudio de los alumnos. El programa se detalla a continuación:

### **Objetivo General**

Desarrollar o establecer competencias del uso y aplicación de la transformada Z en el análisis y diseño de sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales en los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la UCSM.

### **Metodología**

El programa consiste en reforzar los conceptos, definiciones y usos de la transformada Z en el procesamiento digital de señales y en el análisis y diseño de sistemas de tiempo y para ello se propone una metodología activa - participativa que implica una participación y compromiso directo, personal y vivencial.

En las sesiones se realizarán trabajos grupales y se fomentara el aprendizaje basado en problemas., promoviendo actividades que generen actitudes de participación y compartición de conocimientos a través del uso de diversas técnicas audiovisuales, visuales, de simulación, etc.

### **Recursos Humanos**

El docente del curso de la asignatura de Procesamiento Digital de Señales quien será quien llevará a cabo la preparación y el desarrollo de las sesiones y que cuenta con conocimientos, competencias y estrategias de habilidades necesarias para desarrollar los temas del programa de reforzamiento educativo.



### **Materiales**

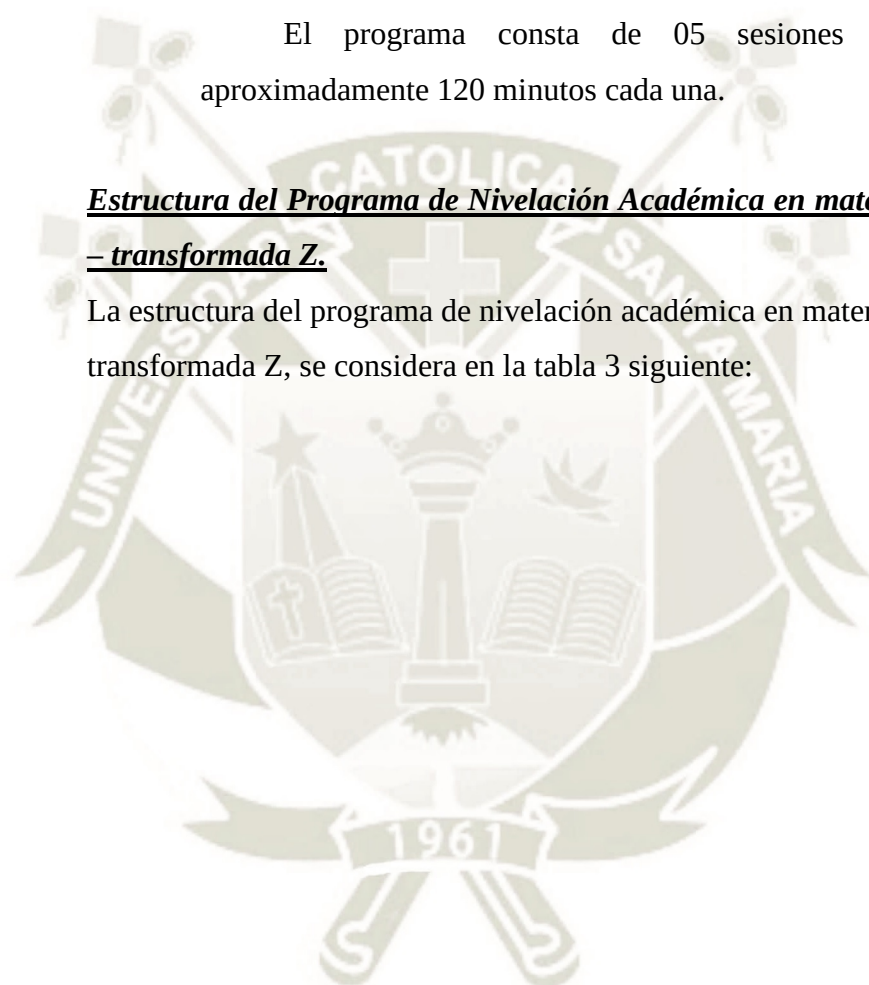
- Proyector multimedia
- Pizarra, plumones.
- Aula y/o Laboratorio
- Software de programación y simulación

### **Tiempo**

El programa consta de 05 sesiones de trabajo de aproximadamente 120 minutos cada una.

### **Estructura del Programa de Nivelación Académica en matemática aplicada – transformada Z.**

La estructura del programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z, se considera en la tabla 3 siguiente:



**Tabla 3 Resumen del programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z**

| Sesiones                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                | Técnicas                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Primera Parte: Transformada Z – definición y conceptos</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                     |
| Sesión 1                                                                                       | ¿Qué es la transformada Z?<br>Definición matemática<br>Interpretación<br>Ejercicios                                                                                                                            | - Aprendizaje basado en problemas<br>- Trabajo grupal                                                               |
| Sesión 2                                                                                       | Ejercicios escogidos de definición y conceptos de la transformada Z.                                                                                                                                           | - Aprendizaje basado en problemas<br>- Audiovisuales<br>- Trabajo grupal                                            |
| <b>Segunda Parte: Propiedades de la transformada Z</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                     |
| Sesión 3                                                                                       | ¿Cuáles son las principales propiedades y teoremas de la transformada Z?<br>Interpretación<br>Ejercicios escogidos de propiedades de la transformada Z.                                                        | - Aprendizaje basado en problemas<br>- Audiovisuales<br>- Trabajo grupal                                            |
| <b>Tercera Parte: Aplicaciones de la transformada Z en el procesamiento Digital de Señales</b> |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                     |
| Sesión 4                                                                                       | Análisis de sistemas de tiempo discreto con la transformada Z<br>Información que brinda la transformada Z de los STD<br>Interpretación<br>Ejercicios escogidos de análisis de STD empleando la transformada Z. | - Aprendizaje basado en problemas<br>- Audiovisuales<br>- Trabajo grupal<br>- Herramientas de software              |
| Sesión 5                                                                                       | Diseño de sistemas de tiempo discreto con la transformada Z<br>Ejercicios escogidos de diseño de STD empleando la transformada Z.                                                                              | - Aprendizaje basado en problemas<br>- Audiovisuales<br>- Trabajo grupal<br>- Herramientas de software, simulación. |

Elaboración: propia

El planteamiento de estas sesiones se sostiene en lo mostrado en la tabla 4 siguiente:

**Tabla 4 Programa de nivelación de matemática aplicada**

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transformada Z</b>                                                           | - Definición matemática de la Transformada Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>– definición y conceptos</b>                                                 | - Interpretación de la Transformada Z<br>- Ejercicios escogidos de definición, conceptos e interpretación de la Transformada Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Propiedades de la transformada Z</b>                                         | - Propiedades de la Transformada Z Bilateral – Relación con los STD.<br>- Propiedades de la Transformada Z Unilateral – Relación con los STD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Aplicaciones de la transformada Z en el Procesamiento Digital de Señales</b> | - Teoremas de la Transformada Z Unilateral<br>- Interpretación de las propiedades de la Transformada Z Bilateral y Unilateral.<br>- Ejercicios escogidos de aplicación de las propiedades de la Transformada Z<br>- Información que brinda la Transformada Z de los sistemas de tiempo discreto.<br>Interpretación<br>- Análisis de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z.<br>- Ejercicios escogidos de análisis de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z<br>- Diseño de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z.<br>- Ejercicios escogidos de análisis de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z |

Elaboración: propia

## 2. UNIDAD DE ESTUDIO

La unidad de estudio está dada por la totalidad de alumnos inscritos en el octavo semestre de la especialidad de Ingeniería Mecatrónica de la UCSM, matriculados en el curso de Procesamiento de Señales Aplicado a la Mecatrónica

Universo:

60 estudiantes.

Muestra:

Se dio el muestreo aleatorio simple, previa determinación del tamaño de muestra.

Tamaño de muestra

$$n = \frac{N \cdot Z_a \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_a \cdot p \cdot q}$$

$N$ : Tamaño de la población  $\rightarrow 60$

$Z_a$ : Nivel de confianza  $\rightarrow 95.5$

$p$ : Probabilidad de éxito  $\rightarrow 50\%$

$q$ : Probabilidad de fracaso  $\rightarrow 50\%$



$d$ : Precisión (error máximo admisible)  $\rightarrow 5\%$

reemplazando datos:

$$n = \frac{N \cdot Z_a \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_a \cdot p \cdot q} = \frac{60 \cdot 0.955^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2 \cdot (60 - 1) + 0.955^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 36.4$$

el tamaño de muestra es de 37 estudiantes.

Luego de realizar el muestreo se determina que 37 estudiantes serán parte del grupo experimental y 23 estudiantes pertenecen al grupo de control.

| Grupo        | Cantidad |
|--------------|----------|
| Experimental | 37       |
| Control      | 23       |
| Total        | 60       |

### 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y APLICACIÓN DEL PNAMA

La recolección de datos se realizó en dos momentos:

- Pre Test:

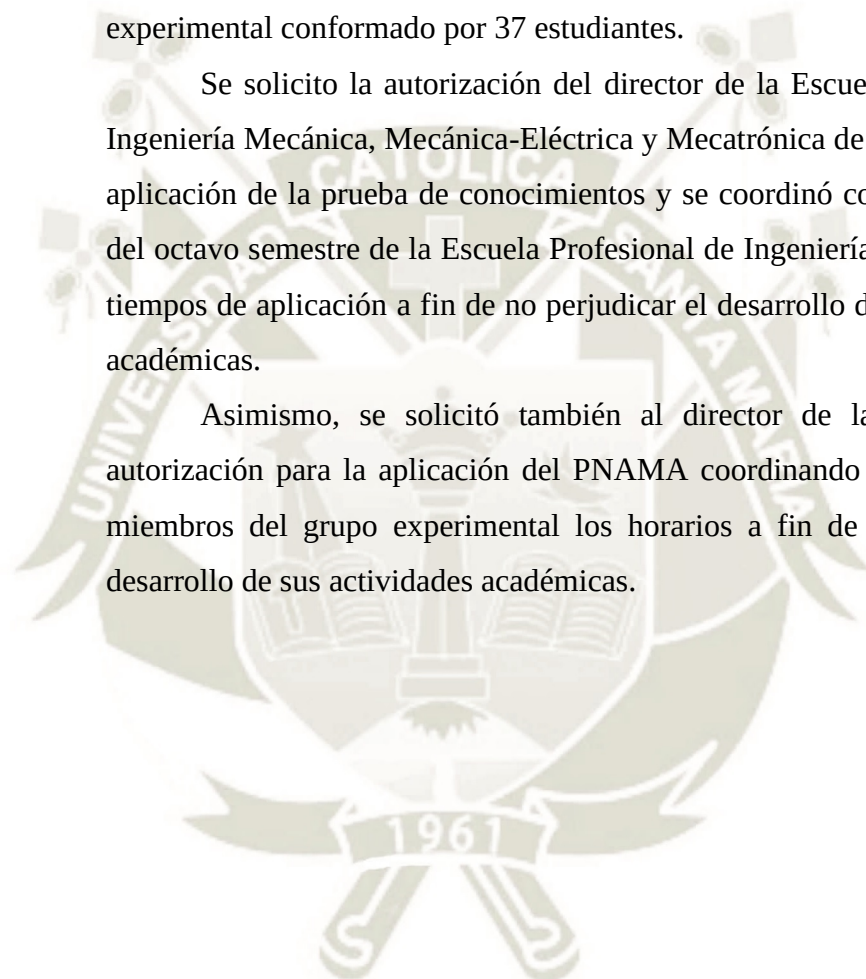
Considera la aplicación de la Prueba de Conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales a toda la unidad de estudio. La prueba será aplicada con precisión tanto al grupo de control como al grupo experimental. Luego de aplicar la técnica de observación experimental se empleó la ficha de observación estructurada y la matriz de registro para concretar la recolección de datos que se hizo a través de la Prueba de Conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales

- Post Test:

Luego de ejecutar el programa de nivelación académica en matemática aplicada – transformada Z es que se aplica nuevamente la Prueba de Conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z en sistemas de tiempo discreto en el curso de Procesamiento Digital de Señales a toda la unidad de estudio. Para el post test se aplicó la prueba de conocimientos tanto al grupo de control el cual consta de 23 estudiantes, como también al grupo experimental conformado por 37 estudiantes.

Se solicitó la autorización del director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica de la UCSM para la aplicación de la prueba de conocimientos y se coordinó con los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica los tiempos de aplicación a fin de no perjudicar el desarrollo de sus actividades académicas.

Asimismo, se solicitó también al director de la EPIMMEM la autorización para la aplicación del PNAMA coordinando con los alumnos miembros del grupo experimental los horarios a fin de no perjudicar el desarrollo de sus actividades académicas.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se considera la presentación de los resultados del trabajo de investigación y la discusión de estos en comparación a investigaciones similares.

#### 1. DIAGNÓSTICO – RESULTADOS DEL PRE-TEST

Al aplicar el instrumento prueba de conocimientos a la unidad de estudio antes de la implementación y aplicación del PNAMA (pre-test), se tenía una información, que proviene de los registros que se mantienen en los años que se dan en el dictado de la cátedra del curso asignado, en la unidad de estudio, siendo esos resultados la motivación para lograr la intervención experimental propuesta.

Antes de mostrar resultados, es necesario indicar que la primera prueba, para todos, permite un diagnóstico inicial, es decir, una línea base de entrada y luego será la aplicación del mismo instrumento con la aplicación del programa. Permitiendo estos resultados conocer el panorama en el cual los estudiantes pueden requerir apoyo, no para aprobar un curso o pasar a la siguiente asignatura, sino que existen ciencias duras, o las denominadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), dentro del área 001.00.00 (Manrique Tejada, Propuesta de una plataforma de tecnologías de información y comunicaciones como metodología para estandarizar los esquemas de planes de tesis y tesis de pregrado y posgrado en las Universidades del Perú, 2018), como son la matemática, biología, química o física que requieren en las universidades una atención que fortalecimiento, pues estas son la base de otros cursos propios en todas las carreras profesionales.

Por eso, es necesario identificar cada propuesta que se da, para que pueda ser replicada en las demás carreras profesionales.

#### 2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE NIVELACIÓN

Con el análisis que se tuvo, antes de esta etapa, se confirmó la propuesta de sesiones, planteada en el capítulo II, pues esta se dio por la capacidad empírica que se tiene en los años de responsabilidad en el curso, por lo que se corroboró que sería lo necesario para así conocer o comprobar la hipótesis planteada. El listado de temas desarrollados es el siguiente:



### **Primera Parte: Transformada Z – definición y conceptos**

- Dos sesiones que involucran los conceptos base de herramienta matemática transformada Z, su definición y comprensión.

### **Segunda Parte: Propiedades de la transformada Z**

- Una sesión que involucra el conocimiento de las propiedades de la transformada Z y su aplicación en la solución de problemas de análisis de STD.

### **Tercera Parte: Aplicaciones de la transformada Z en el procesamiento Digital de Señales**

- Dos sesiones que consideran la parte práctica de aplicación de la transformada Z en el diseño de los STD, en el PDS y en la propia carrera en otras áreas de estudio.

Para esta implementación, se tomó en cuenta los tiempos de los estudiantes, así como el posible nivel en el cual se encuentran la mayoría, no se personaliza el reforzamiento, pues lo que se busca es comprobar si dan resultados favorables la implementación del mismo, para así proponer una metodología que conlleve al uso de la misma en toda la universidad y como piloto mayor, quizás, en la escuela, la facultad y luego las áreas de OCDE en las que se encuentra la universidad.

Cada sesión consideró un total de 120 minutos, por lo que el total de aplicación fue de 600 minutos, es decir, si para la transformada de Z se logra eso en un tiempo, relativamente corto, se puede emplear los tiempos libres de los estudiantes, o hacer uso de las tecnologías de información, para que se tenga todo un backup de lo que puede ayudarle a reforzar y solo los docentes tener sesiones de orientación, con lo cual aseguran el conocimiento de los estudiantes.

## **3. RENDIMIENTO ACADÉMICO**

Una vez implementado y realizado el programa de nivelación académica, y aplicado nuevamente, en un post test, el instrumento Prueba de Conocimientos, en los siguientes puntos se exponen y analizan los resultados obtenidos.

### 3.1 Resultados del pre test (Línea base de entrada)

Se presenta el proceso de evaluación de resultados, tanto con el grupo al que se aplicó la metodología de nivelación académica propuesta (grupo experimental) y al grupo que no siguió la metodología de nivelación académica (grupo de control).

**Tabla 5 Distribución de preguntas y puntajes**

|                             | Puntaje |
|-----------------------------|---------|
| P1: Diseño STD              | 2       |
| P5: Diseño STD              | 4       |
| P2: Análisis STD            | 2       |
| P3: Análisis STD            | 4       |
| P4: Análisis STD            | 4       |
| P6: Análisis STD            | 4       |
| Nota final (Puntaje máximo) | 20      |

Elaboración: propia

Como se puede ver en la tabla 5, se consideró un total de seis preguntas con su puntaje respectivo, para medir dos características, una es el análisis de los STD y la otra es el diseño de los STD. Estos son valores máximos que deberían de obtenerse en cada dimensión, sumando 20 puntos en total, y permitirán un análisis de los resultados mayores respecto de la escala vigesimal aplicada y la clasificación ordinal para la medición del nivel del rendimiento académico.

Luego de aplicado el instrumento, Prueba de Conocimientos, la tabla 6 muestra los resultados generales obtenidos, tanto para el grupo experimental como para el grupo de control.

**Tabla 6 Rendimiento académico pre test (línea base de entrada)**

| Alumno | P1 | P5 | P2 | P3 | P4 | P6 | Rendimiento |
|--------|----|----|----|----|----|----|-------------|
| 1      | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 16          |
| 2      | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 15          |
| 3      | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 13          |
| 4      | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 2  | 11          |
| 5      | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 14          |
| 6      | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 14          |
| 7      | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15          |
| 8      | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | 10          |
| 9      | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15          |
| 10     | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 14          |
| 11     | 1  | 4  | 2  | 3  | 4  | 4  | 18          |
| 12     | 1  | 4  | 1  | 3  | 4  | 4  | 17          |

| Alumno | P1 | P5 | P2 | P3 | P4 | P6 | Rendimiento |
|--------|----|----|----|----|----|----|-------------|
| 13     | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 4  | 13          |
| 14     | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15          |
| 15     | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 4  | 10          |
| 16     | 1  | 1  | 1  | 3  | 3  | 3  | 12          |
| 17     | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 11          |
| 18     | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 11          |
| 19     | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 12          |
| 20     | 2  | 4  | 2  | 3  | 4  | 4  | 19          |
| 21     | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15          |
| 22     | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 3  | 12          |
| 23     | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 3  | 12          |
| 24     | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 3  | 12          |
| 25     | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 10          |
| 26     | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 3  | 11          |
| 27     | 2  | 4  | 2  | 3  | 2  | 2  | 15          |
| 28     | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 12          |
| 29     | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 15          |
| 30     | 2  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 12          |
| 31     | 2  | 2  | 1  | 3  | 3  | 1  | 12          |
| 32     | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 13          |
| 33     | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 11          |
| 34     | 2  | 4  | 2  | 3  | 3  | 3  | 17          |
| 35     | 2  | 4  | 2  | 4  | 4  | 2  | 18          |
| 36     | 2  | 4  | 2  | 4  | 4  | 2  | 18          |
| 37     | 2  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 15          |
| 1      | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 2  | 12          |
| 2      | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 2  | 12          |
| 3      | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 14          |
| 4      | 1  | 3  | 1  | 3  | 2  | 2  | 12          |
| 5      | 1  | 3  | 1  | 3  | 4  | 3  | 15          |
| 6      | 1  | 2  | 1  | 2  | 4  | 3  | 13          |
| 7      | 2  | 4  | 1  | 2  | 4  | 2  | 15          |
| 8      | 2  | 4  | 1  | 3  | 3  | 2  | 15          |
| 9      | 2  | 4  | 1  | 3  | 2  | 2  | 14          |
| 10     | 1  | 3  | 1  | 2  | 2  | 4  | 13          |
| 11     | 1  | 3  | 1  | 3  | 2  | 4  | 14          |
| 12     | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 2  | 11          |
| 13     | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 2  | 10          |
| 14     | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2  | 9           |
| 15     | 1  | 2  | 1  | 2  | 4  | 1  | 11          |
| 16     | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 3  | 11          |
| 17     | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 3  | 11          |
| 18     | 1  | 3  | 1  | 1  | 2  | 2  | 10          |
| 19     | 1  | 3  | 1  | 2  | 2  | 2  | 11          |
| 20     | 1  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2  | 10          |
| 21     | 1  | 2  | 1  | 3  | 2  | 2  | 11          |
| 22     | 1  | 3  | 1  | 2  | 2  | 2  | 11          |
| 23     | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 10          |

Elaboración: propia



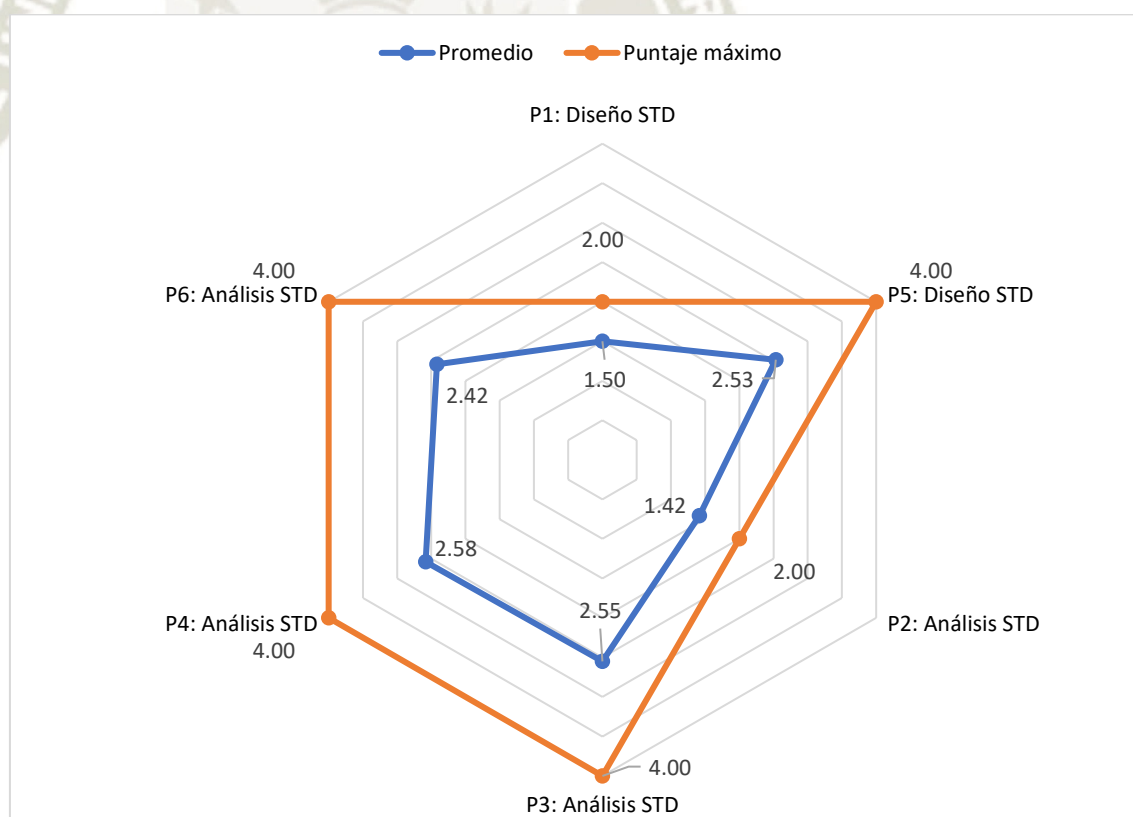
En la tabla 7 se presenta el puntaje promedio por pregunta que se obtuvo de esta línea base de entrada, como se aprecia en esta tabla y en la figura 14, se mantiene una distancia entre lo que se obtuvo y el máximo alcanzable:

**Tabla 7 Distribución de puntos promedio por pregunta en el Pre test ambos grupos**

|                  | Promedio | Puntaje máximo |
|------------------|----------|----------------|
| P1: Diseño STD   | 1.50     | 2              |
| P5: Diseño STD   | 2.53     | 4              |
| P2: Análisis STD | 1.42     | 2              |
| P3: Análisis STD | 2.55     | 4              |
| P4: Análisis STD | 2.58     | 4              |
| P6: Análisis STD | 2.42     | 4              |

Elaboración: propia

**Figura 14 Puntaje promedio alcanzado por pregunta**



Elaboración: propia

### 3.1.1 Rendimiento académico en el pre test

Para medir mejor el rendimiento académico, se definieron los niveles de Muy bueno con una nota entre 19 y 20; Bueno con un nivel de nota entre 15 a 18; Regular que corresponde a un nivel de nota entre 11 a 14; Malo o deficiente con una nota entre 0 y 10.

Se presentan en la tabla 8, los resultados para los rendimientos académicos agrupados por los niveles definidos y para ambos grupos, el experimental y el de control. Asimismo, se muestra el promedio general y la desviación estándar por grupo de estudio:

**Tabla 8 Rendimiento académico pre test (línea base de entrada) por grupo**

|                                   | Grupo Experimental |    | Grupo Control |    |
|-----------------------------------|--------------------|----|---------------|----|
|                                   | Nº                 | %  | Nº            | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 1                  | 3  | 0             | 0  |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 14                 | 38 | 3             | 13 |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 19                 | 51 | 15            | 65 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 3                  | 8  | 5             | 22 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>13.65</b>       |    | <b>11.96</b>  |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>2.51</b>        |    | <b>1.82</b>   |    |

Elaboración: propia

### 3.1.2 Rendimiento académico en el análisis de STD en el pre test

A fin de apreciar mejor los resultados obtenidos, separamos los mismos en las dos dimensiones en que se quiere medir y comparar resultados, el análisis de los STD y el diseño de los STD.

En la tabla 9 se muestran los resultados para el análisis en la escala vigesimal definida por los niveles de rendimiento académico y para ambos grupos.

También se muestra el promedio y la desviación estándar obtenidos en el rendimiento académico del análisis para ambos grupos

**Tabla 9 Rendimiento académico del análisis pre test por grupo**

|                                   | Grupo Experimental |    | Grupo Control |    |
|-----------------------------------|--------------------|----|---------------|----|
|                                   | N°                 | %  | N°            | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 5                  | 13 | 3             | 12 |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 11                 | 30 | 0             | 0  |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 10                 | 27 | 10            | 44 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 11                 | 30 | 10            | 44 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>14.00</b>       |    | <b>12.48</b>  |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>3.96</b>        |    | <b>3.42</b>   |    |

Elaboración: propia

### 3.1.3 Rendimiento académico en el diseño de STD en el pre test

La tabla 10 muestra los resultados del rendimiento académico para el diseño, para ambos grupos y separados por niveles de rendimiento. Se muestra también el promedio alcanzado y la desviación estándar.

**Tabla 10 Rendimiento académico del diseño pre test por grupo**

|                                   | Grupo Experimental |    | Grupo Control |    |
|-----------------------------------|--------------------|----|---------------|----|
|                                   | N°                 | %  | N°            | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 2                  | 5  | 0             | 0  |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 7                  | 19 | 1             | 4  |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 24                 | 65 | 15            | 65 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 4                  | 11 | 7             | 31 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>13.46</b>       |    | <b>11.57</b>  |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>2.47</b>        |    | <b>1.93</b>   |    |

Elaboración: propia



De los resultados de las tablas 8, 9 y 10 se puede observar que la media se encuentra en regular, son 34 estudiantes de ambos grupos, experimental y control, que han alcanzado una nota entre 11 a 14 representando el 57% del universo. Además, se observa que el rendimiento académico en el análisis de STD es discretamente mejor que el del diseño de STD, comparando los promedios obtenidos. Las desviaciones estándar muestran una mayor dispersión en la media del rendimiento académico del análisis de STD.

Para una mejor interpretación de estos primeros resultados y como información complementaria se muestran las medidas de tendencia central (MTC) de este test inicial aplicado en la tabla 11:

**Tabla 11 Medidas de tendencia central de pre test para ambos grupos**

|                     | Diseño STD |      | Análisis STD |      |      |      |
|---------------------|------------|------|--------------|------|------|------|
|                     | P1         | P5   | P2           | P3   | P4   | P6   |
| Promedio            | 1.50       | 2.53 | 1.42         | 2.55 | 2.58 | 2.42 |
| Moda                | 2.00       | 2.00 | 1.00         | 3.00 | 3.00 | 2.00 |
| Mediana             | 1.50       | 2.00 | 1.00         | 3.00 | 3.00 | 2.00 |
| Desviación estándar | 0.50       | 0.87 | 0.50         | 0.85 | 0.87 | 0.81 |
| Máx con DS          | 2.00       | 3.41 | 1.91         | 3.40 | 3.45 | 3.23 |
| Mínimo con DS       | 1.00       | 1.66 | 0.92         | 1.70 | 1.71 | 1.61 |

Elaboración: propia

En la tabla 11, se puede ver que los promedios y las desviaciones estándar (+ y -) no permiten un máximo puntaje deseado, que es de 6 puntos para el diseño STD y de 14 puntos para el análisis STD, siendo sus medianas de 3.5 y 9 puntos respectivamente, entonces, se aprecia que, si bien es cierto, logran en forma conjunta, superar los promedios mínimos aprobatorios de 11, como rendimiento académico, esto no es suficiente ya que solo es regular.

En la tabla 12, se aprecia que la mayoría, no contestaron correctamente las preguntas, reflejando este rendimiento un problema, tanto para el análisis como para el diseño de los STD.

**Tabla 12 Resultados correctos e incorrectos por pregunta en ambos grupos**

|                  | Diseño STD |       |    |       | Análisis STD |       |    |       |    |       |    |       |
|------------------|------------|-------|----|-------|--------------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
|                  | P1         |       | P5 |       | P2           |       | P3 |       | P4 |       | P6 |       |
|                  | #          | %     | #  | %     | #            | %     | #  | %     | #  | %     | #  | %     |
| Correc-<br>tas   | 31         | 51.7% | 28 | 46.7% | 26           | 43.3% | 20 | 33.3% | 22 | 36.7% | 32 | 53.3% |
| Inco-<br>rrectas | 29         | 48.3% | 32 | 53.3% | 34           | 56.7% | 40 | 66.7% | 38 | 63.3% | 28 | 46.7% |
| Total            | 60         | 100%  | 60 | 100%  | 60           | 100%  | 60 | 100%  | 60 | 100%  | 60 | 100%  |

Elaboración: propia

### 3.2 Resultados del post test (Línea base de salida)

Corresponde presentar ahora la línea base de salida, es decir, los resultados luego de aplicar el programa de nivelación académica en matemática aplicada – Transformada Z, en este caso, se diferenciará el grupo experimental, antes y después, el grupo de control antes y después y la presentación de las MTC correspondientes.

En la tabla 13 se consideran todos los resultados que se han obtenido luego del programa de nivelación académica desarrollado.

**Tabla 13 Resultados del rendimiento académico post test ambos grupos**

| <i>Experimental</i> |           |           |           |           |           |             |    | <i>Control</i> |           |           |           |           |           |             |    |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|----|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|----|
| <i>P1</i>           | <i>P5</i> | <i>P2</i> | <i>P3</i> | <i>P4</i> | <i>P6</i> | <i>Nota</i> |    | <i>P1</i>      | <i>P5</i> | <i>P2</i> | <i>P3</i> | <i>P4</i> | <i>P6</i> | <i>Nota</i> |    |
| 1                   | 1         | 4         | 2         | 3         | 4         | 3           | 17 | 1              | 1         | 3         | 2         | 3         | 3         | 2           | 14 |
| 2                   | 1         | 4         | 2         | 3         | 4         | 3           | 17 | 2              | 2         | 2         | 2         | 3         | 3         | 2           | 14 |
| 3                   | 2         | 4         | 2         | 3         | 4         | 2           | 17 | 3              | 2         | 2         | 2         | 3         | 3         | 2           | 14 |
| 4                   | 2         | 3         | 2         | 3         | 4         | 1           | 15 | 4              | 1         | 3         | 1         | 3         | 4         | 2           | 14 |
| 5                   | 1         | 3         | 2         | 4         | 4         | 4           | 18 | 5              | 1         | 3         | 1         | 3         | 4         | 3           | 15 |
| 6                   | 1         | 3         | 2         | 4         | 4         | 4           | 18 | 6              | 1         | 2         | 1         | 2         | 4         | 3           | 13 |
| 7                   | 2         | 2         | 2         | 4         | 4         | 4           | 18 | 7              | 2         | 4         | 1         | 2         | 4         | 3           | 16 |
| 8                   | 1         | 2         | 2         | 4         | 3         | 4           | 16 | 8              | 2         | 4         | 1         | 3         | 3         | 3           | 16 |
| 9                   | 1         | 4         | 2         | 4         | 4         | 4           | 19 | 9              | 2         | 4         | 1         | 3         | 2         | 4           | 16 |
| 10                  | 1         | 4         | 2         | 4         | 4         | 4           | 19 | 10             | 1         | 3         | 2         | 2         | 2         | 4           | 14 |
| 11                  | 2         | 4         | 1         | 4         | 3         | 4           | 18 | 11             | 1         | 3         | 2         | 3         | 2         | 4           | 15 |
| 12                  | 2         | 4         | 1         | 3         | 3         | 4           | 17 | 12             | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 2           | 11 |
| 13                  | 2         | 4         | 1         | 2         | 4         | 4           | 17 | 13             | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 2           | 11 |
| 14                  | 2         | 4         | 2         | 3         | 4         | 4           | 19 | 14             | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 2           | 11 |
| 15                  | 2         | 3         | 2         | 3         | 3         | 4           | 17 | 15             | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 2           | 11 |
| 16                  | 2         | 3         | 1         | 3         | 3         | 4           | 16 | 16             | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 3           | 12 |
| 17                  | 2         | 3         | 1         | 3         | 3         | 3           | 15 | 17             | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 3           | 12 |
| 18                  | 2         | 3         | 2         | 3         | 3         | 2           | 15 | 18             | 1         | 3         | 1         | 2         | 2         | 2           | 11 |
| 19                  | 2         | 4         | 1         | 3         | 3         | 4           | 17 | 19             | 1         | 3         | 1         | 2         | 2         | 2           | 11 |
| 20                  | 2         | 4         | 2         | 3         | 3         | 4           | 18 | 20             | 1         | 3         | 1         | 2         | 1         | 2           | 10 |
| 21                  | 2         | 4         | 2         | 4         | 3         | 4           | 19 | 21             | 1         | 3         | 1         | 2         | 1         | 2           | 10 |
| 22                  | 2         | 4         | 2         | 4         | 3         | 2           | 17 | 22             | 1         | 3         | 1         | 2         | 1         | 4           | 12 |
| 23                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 3         | 2           | 16 | 23             | 1         | 3         | 1         | 2         | 1         | 4           | 12 |
| 24                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 3         | 2           | 16 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 25                  | 2         | 1         | 2         | 4         | 3         | 2           | 14 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 26                  | 2         | 2         | 2         | 4         | 3         | 3           | 16 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 27                  | 2         | 4         | 2         | 4         | 3         | 3           | 18 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 28                  | 2         | 4         | 2         | 4         | 3         | 2           | 17 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 29                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 3         | 2           | 16 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 30                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 3         | 2           | 16 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 31                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 2         | 2           | 15 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 32                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 2         | 2           | 15 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 33                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 2         | 2           | 15 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 34                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 4         | 2           | 17 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 35                  | 2         | 4         | 2         | 4         | 4         | 4           | 20 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 36                  | 2         | 3         | 2         | 4         | 3         | 4           | 18 |                |           |           |           |           |           |             |    |
| 37                  | 2         | 4         | 2         | 4         | 2         | 4           | 18 |                |           |           |           |           |           |             |    |

**Elaboración:** propia



### 3.2.1 Rendimiento académico en el post test

Al igual que en el pre test, la tabla 14 muestra los resultados de rendimiento académico generales obtenidos para ambos grupos y luego de realizado el PNAMA.

**Tabla 14 Rendimiento académico post test por grupo**

|                                   | Grupo Experimental |      | Grupo Control |      |
|-----------------------------------|--------------------|------|---------------|------|
|                                   | N°                 | %    | N°            | %    |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 5                  | 13.5 | 0             | 0.0  |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 31                 | 83.3 | 5             | 21.7 |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 1                  | 2.7  | 16            | 69.6 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 0                  | 0.0  | 2             | 8.7  |
| <b>Promedio</b>                   | <b>16.92</b>       |      | <b>12.83</b>  |      |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>1.42</b>        |      | <b>1.97</b>   |      |

Elaboración: propia

Se observa en la tabla 14 que el rendimiento académico ha mejorado de manera notoria en el grupo experimental. El promedio ha pasado de 13.65 (Regular) a 16.92 (Bueno, casi Muy bueno) y, lo mejor, la mayoría de alumnos de este grupo (96.8%) tienen un rendimiento Bueno y Muy bueno, solo hay un alumno con rendimiento Regular y ninguno con rendimiento Malo.

En el grupo de control se observa que hay un promedio (12.83) discretamente mayor al promedio anterior (11.96). Esto tal vez se explica en el hecho de que la Prueba de Conocimiento es la misma en el pre test y en el post test.

### 3.2.2 Rendimiento académico en el análisis de STD en el post test

Al igual que en el análisis de datos hecho en el pre test, se ha separado los resultados en rendimiento académico para el análisis de STD y en rendimiento académico para el diseño de STD, esto con la finalidad de observar mejor los resultados y realizar un mejor análisis de los mismos.

La tabla 15 presenta los resultados obtenidos para el rendimiento académico en el análisis de sistemas de tiempo discreto (STD).

**Tabla 15 Rendimiento académico del análisis luego del post test por grupo**

|                                   | Grupo Experimental |    | Grupo Control |    |
|-----------------------------------|--------------------|----|---------------|----|
|                                   | Nº                 | %  | Nº            | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 13                 | 35 | 3             | 13 |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 18                 | 49 | 0             | 0  |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 4                  | 11 | 13            | 57 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 2                  | 5  | 7             | 30 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>17.24</b>       |    | <b>13.00</b>  |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>2.77</b>        |    | <b>3.09</b>   |    |

Elaboración: propia

Según se puede observar en la tabla 15 es en el aspecto análisis de STD donde mejores resultados se han obtenido y se alcanza un promedio de 17.24 (casi Muy bueno), asimismo, la desviación estándar (2.77) muestra que la gran mayoría de estudiantes del grupo experimental se encuentra alrededor de este promedio.

El grupo de control prácticamente mantiene los resultados obtenidos en el pre test.

### 3.2.3 Rendimiento académico en el diseño de STD en el post test

Se presenta en la tabla 16 el rendimiento académico del aspecto diseño de STD para ambos grupos y luego de realizado el PNAMA y efectuado el post test.

**Tabla 16 Rendimiento académico del diseño luego del post test por grupo**

|                                   | Grupo Experimental |    | Grupo Control |    |
|-----------------------------------|--------------------|----|---------------|----|
|                                   | N°                 | %  | N°            | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 10                 | 27 | 0             | 0  |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 21                 | 57 | 2             | 9  |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 6                  | 16 | 17            | 74 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 0                  | 0  | 4             | 17 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>16.89</b>       |    | <b>12.52</b>  |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>1.94</b>        |    | <b>2.09</b>   |    |

Elaboración: propia

También se aprecia en la tabla 16 que el rendimiento académico en el diseño de STD ha tenido una mejora en el grupo experimental y su promedio ha pasado de 13.46 a 16.89. En el grupo de control se sigue mostrando la tendencia de conservar los resultados del pre test.

### 3.3 Resultados del pre test y post test para el grupo experimental

Se presentan en las tablas 17, 18 y 19 las comparaciones mencionadas en el análisis de los resultados del grupo experimental en el pre test y en el post test para una mejor apreciación de los mismos.

**Tabla 17 Rendimiento académico pre test y post test del grupo experimental**

|                                   | Pre Test     |    | Post Test    |      |
|-----------------------------------|--------------|----|--------------|------|
|                                   | N°           | %  | N°           | %    |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 1            | 3  | 5            | 13.5 |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 14           | 38 | 31           | 83.3 |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 19           | 51 | 1            | 2.7  |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 3            | 8  | 0            | 0.0  |
| <b>Promedio</b>                   | <b>13.65</b> |    | <b>16.92</b> |      |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>2.51</b>  |    | <b>1.42</b>  |      |

Elaboración: propia



**Tabla 18 Rendimiento académico en el análisis pre test y post test grupo experimental**

|                                   | Pre Test     |    | Post Test    |    |
|-----------------------------------|--------------|----|--------------|----|
|                                   | N°           | %  | N°           | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 5            | 13 | 13           | 35 |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 11           | 30 | 18           | 49 |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 10           | 27 | 4            | 11 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 11           | 30 | 2            | 5  |
| <b>Promedio</b>                   | <b>14.00</b> |    | <b>17.24</b> |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>3.96</b>  |    | <b>2.77</b>  |    |

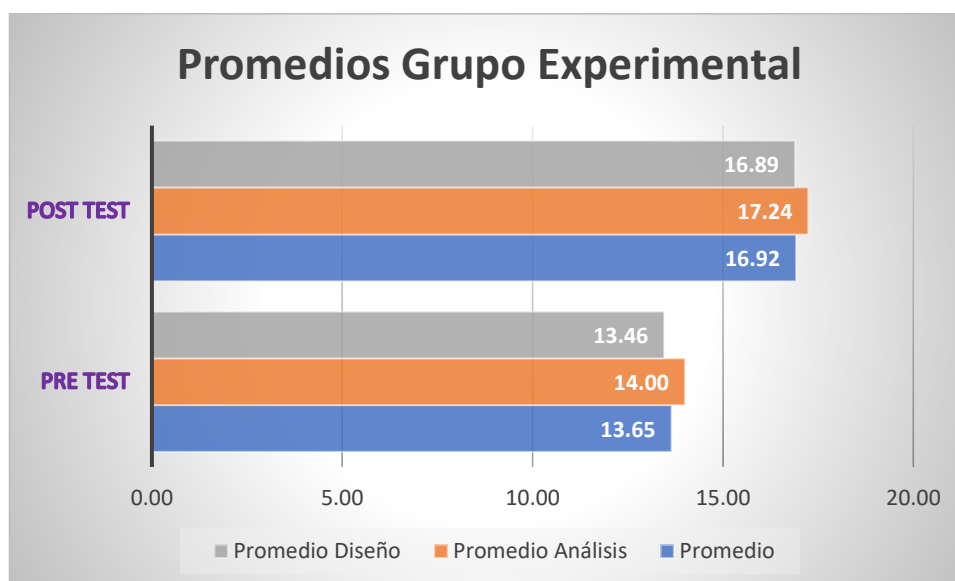
Elaboración: propia

**Tabla 19 Rendimiento académico en el diseño pre test y post test grupo experimental**

|                                   | Pre Test     |    | Post Test    |    |
|-----------------------------------|--------------|----|--------------|----|
|                                   | N°           | %  | N°           | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 2            | 5  | 10           | 27 |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 7            | 19 | 21           | 57 |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 24           | 65 | 6            | 16 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 4            | 11 | 0            | 0  |
| <b>Promedio</b>                   | <b>13.46</b> |    | <b>16.89</b> |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>2.47</b>  |    | <b>1.94</b>  |    |

Elaboración: propia

**Figura 15 Promedios del Grupo Experimental**



Elaboración: propia

La figura 15 se muestra un resumen de lo sucedido con los promedios del grupo experimental en el rendimiento académico en general y en los aspectos de análisis y diseño de sistemas en tiempo discreto. Se aprecia claramente la mejora de los mismos luego de la ejecución del PNAMA.

### 3.4 Resultados del pre test y post test para el grupo control

Las tablas 20, 21 y 22 presentan los resultados comparativos para el grupo de control en el pre test y en el post test.

**Tabla 20 Rendimiento académico pre test y post test del grupo control**

|                                   | Pre Test     |    | Post Test    |      |
|-----------------------------------|--------------|----|--------------|------|
|                                   | Nº           | %  | Nº           | %    |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 0            | 0  | 0            | 0.0  |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 3            | 13 | 5            | 21.7 |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 15           | 65 | 16           | 69.6 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 5            | 22 | 2            | 8.7  |
| <b>Promedio</b>                   | <b>11.96</b> |    | <b>12.83</b> |      |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>1.82</b>  |    | <b>1.97</b>  |      |

Elaboración: propia

**Tabla 21 Rendimiento académico en el análisis pre test y post test grupo control**

|                                   | Pre Test     |    | Post Test    |    |
|-----------------------------------|--------------|----|--------------|----|
|                                   | N°           | %  | N°           | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 3            | 12 | 3            | 13 |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 0            | 0  | 0            | 0  |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 10           | 44 | 13           | 57 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 10           | 44 | 7            | 30 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>12.48</b> |    | <b>13.00</b> |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>3.42</b>  |    | <b>3.09</b>  |    |

Elaboración: propia

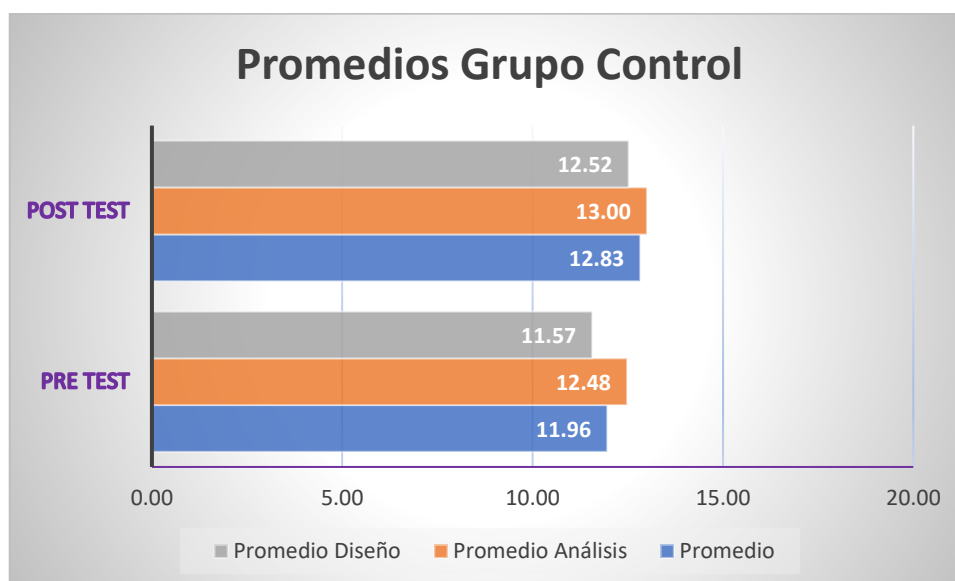
**Tabla 22 Rendimiento académico en el diseño pre test y post test grupo control**

|                                   | Pre Test     |    | Post Test    |    |
|-----------------------------------|--------------|----|--------------|----|
|                                   | N°           | %  | N°           | %  |
| <b>Muy bueno (19 a 20)</b>        | 0            | 0  | 0            | 0  |
| <b>Bueno (15 a 18)</b>            | 1            | 4  | 2            | 9  |
| <b>Regular (11 a 14)</b>          | 15           | 65 | 17           | 74 |
| <b>Malo o deficiente (0 a 10)</b> | 7            | 31 | 4            | 17 |
| <b>Promedio</b>                   | <b>11.57</b> |    | <b>12.52</b> |    |
| <b>D Estándar</b>                 | <b>1.93</b>  |    | <b>2.09</b>  |    |

Elaboración: propia



**Figura 16 Promedios del Grupo Control**



Elaboración: propia

La figura 16 muestra un resumen de lo sucedido con los promedios del grupo control en el rendimiento académico en general y en los aspectos de análisis y diseño de sistemas en tiempo discreto. Se aprecia que los resultados no marcan diferencia y son muy similares en el pre test y post test. A este grupo no se le aplicó el PNAMA.

### 3.5 Otros resultados e indicadores del rendimiento académico

Todas las tablas, desde la 9 hasta la 22, muestran los resultados y datos relacionados a las notas de los estudiantes, del grupo experimental y control, para la prueba de conocimientos de aplicación de la transformada Z en el análisis y diseño de sistemas de tiempo discreto, en el curso de Procesamiento Digital de Señales del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, 2019, antes y posterior a la aplicación del programa de nivelación de matemática en matemática aplicada – Transformada Z.

Se puede observar, en general, la mejora del rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental con respecto a los estudiantes del grupo de control en la base de comparar los promedios generales, los cuales eran de 13.65 y 11.96 respectivamente, antes de la aplicación del PNAMA y posterior a este programa

pasaron a ser 16.92 y 12.83 en el grupo experimental y de control respectivamente. De esta manera se indica que el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental es mayor que el rendimiento de los estudiantes del grupo control y si hubo un impacto en el rendimiento académico de los alumnos del grupo experimental tras la aplicación del programa de nivelación académica en matemática aplicada – Transformada Z.

Mas allá de los resultados, el solo hecho de haber indicado a los estudiantes de la nivelación a la que se someterían, no se tuvo el registro estado anímico, por no ser objetivo del presente trabajo de investigación, sin embargo, al recibir sus notas, se pudo apreciar en ellos la confianza y tranquilidad que les daba esta nota, por eso, es que se decidió hacer preguntas al azar, a 12 estudiantes, sobre ¿qué opinan de sus resultados? ¿qué consideran influyó en estos? El total de ellos, indicaron que eran buenos y que las sesiones de nivelación, permitieron esos resultados, pero hubo comentarios que añadían que se sienten más seguros y que su confianza se ve incrementada en este tema, como para seguir adelante, pues la comprensión a la que llegaron fue algo que no pensaron.

En consecuencia, se podría continuar con posibles trabajos futuros, sobre los efectos psicológicos de autoestima en los estudiantes al sentirse involucrados en procesos de nivelación académica, sea cual fuera la materia, asignatura o curso en el cual se considera un grado de dificultad en su comprensión y que sea base de la formación y calidad del futuro profesional.

A fin de tener un mejor análisis de los resultados, se presenta información complementaria de los mismos y para el grupo experimental, como son las medidas de tendencia central (MTC) tabla 23, y las MTC categorizadas en la tabla 24

**Tabla 23 Medidas de tendencia central antes y después grupo experimental**

|         |      | Promedio | Moda | Mediana | Desviación<br>estándar | Máx<br>con<br>DS | Mínimo<br>con DS |
|---------|------|----------|------|---------|------------------------|------------------|------------------|
| Antes   | P1   | 1.7      | 2.0  | 2.0     | 0.5                    | 2.2              | 1.2              |
|         | P5   | 2.5      | 2.0  | 2.0     | 0.9                    | 3.4              | 1.6              |
|         | P2   | 1.6      | 2.0  | 2.0     | 0.5                    | 2.1              | 1.1              |
|         | P3   | 2.8      | 3.0  | 3.0     | 0.8                    | 3.6              | 2.0              |
|         | P4   | 2.6      | 3.0  | 3.0     | 0.9                    | 3.4              | 1.7              |
|         | P6   | 2.5      | 2.0  | 2.0     | 0.9                    | 3.4              | 1.6              |
|         | Nota | 13.6     | 15.0 | 13.0    | 2.5                    | 16.2             | 11.1             |
| Después | P1   | 1.8      | 2.0  | 2.0     | 0.4                    | 2.2              | 1.4              |
|         | P5   | 3.3      | 4.0  | 3.0     | 0.7                    | 4.1              | 2.6              |
|         | P2   | 1.8      | 2.0  | 2.0     | 0.4                    | 2.2              | 1.5              |
|         | P3   | 3.6      | 4.0  | 4.0     | 0.5                    | 4.2              | 3.1              |
|         | P4   | 3.2      | 3.0  | 3.0     | 0.6                    | 3.9              | 2.6              |
|         | P6   | 3.1      | 4.0  | 3.0     | 1.0                    | 4.1              | 2.1              |
|         | Nota | 16.9     | 17.0 | 17.0    | 1.4                    | 18.3             | 15.5             |

Elaboración: propia

**Tabla 24 MTC categorizadas grupo experimental**

| MTC           |      | Antes             |      | Después             |
|---------------|------|-------------------|------|---------------------|
|               | Nota | Categorización    | Nota | Categorización      |
| Promedio      | 13.6 | Regular (11 a 14) | 16.9 | Bueno (15 a 18)     |
| Moda          | 15   | Bueno (15 a 18)   | 17   | Bueno (15 a 18)     |
| Mediana       | 13   | Regular (11 a 14) | 17   | Bueno (15 a 18)     |
| Máx con DS    | 16.2 | Bueno (15 a 18)   | 18.3 | Muy bueno (19 a 20) |
| Mínimo con DS | 11.1 | Regular (11 a 14) | 15.5 | Bueno (15 a 18)     |

Elaboración: propia

En las tablas 23 y 24 se aprecian las MTC del grupo experimental, el mismo que presenta una mejora, pues todas han aumentado, por ejemplo, el promedio mínimo con DS del grupo antes de la intervención era de 11.1, mientras que, con la intervención, el promedio mínimo con DS subió a 15.5, mostrando un 40% de mejora, en relación al rendimiento académico.

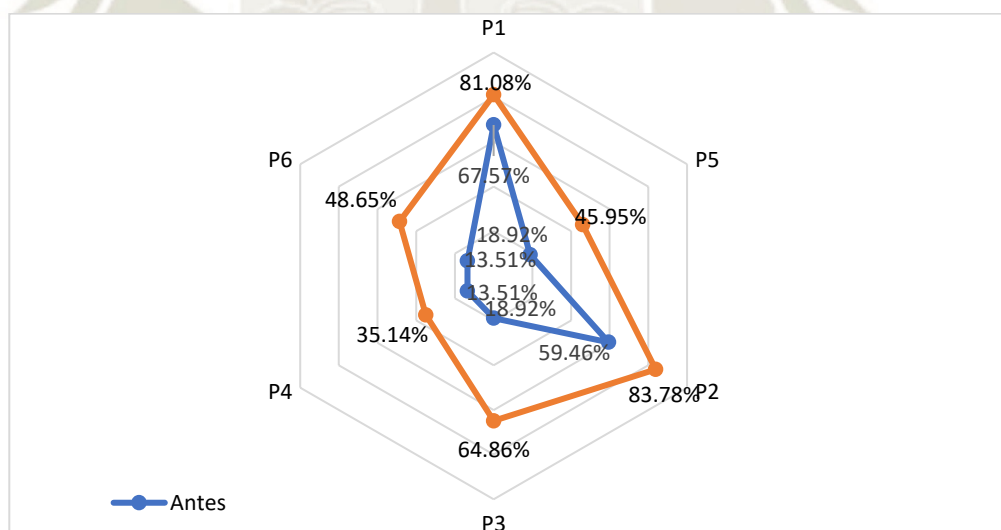
También se presenta la tabla 25 donde se observa cómo es la mejora en lo que se refiere al porcentaje de correctas e incorrectas en cada pregunta, siempre en el grupo experimental. La figura 17 presenta la misma información en forma visual.



**Tabla 25 Preguntas correctas e incorrectas en el grupo experimental**

|                |           | Correctas |        | Incorrectas |        |
|----------------|-----------|-----------|--------|-------------|--------|
|                |           | #         | %      | #           | %      |
| <b>Antes</b>   | <b>P1</b> | 25        | 67.57% | 12          | 32.43% |
|                | <b>P5</b> | 7         | 18.92% | 30          | 81.08% |
|                | <b>P2</b> | 22        | 59.46% | 15          | 40.54% |
|                | <b>P3</b> | 7         | 18.92% | 30          | 81.08% |
|                | <b>P4</b> | 5         | 13.51% | 32          | 86.49% |
|                | <b>P6</b> | 5         | 13.51% | 32          | 86.49% |
| <b>Después</b> | <b>P1</b> | 30        | 81.08% | 7           | 18.92% |
|                | <b>P5</b> | 17        | 45.95% | 20          | 54.05% |
|                | <b>P2</b> | 31        | 83.78% | 6           | 16.22% |
|                | <b>P3</b> | 24        | 64.86% | 13          | 35.14% |
|                | <b>P4</b> | 13        | 35.14% | 24          | 64.86% |
|                | <b>P6</b> | 18        | 48.65% | 19          | 51.35% |

Elaboración: propia

**Figura 17 Respuestas correctas por pregunta en grupo experimental antes y después de la intervención**


Elaboración: propia

Dadas la tabla 25 y la figura 17, se puede observar la mejora en cada una de las preguntas, siendo esto una comprobación más que el PNAMA tiene un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

En la tabla 26 se consolida todos los resultados para el grupo experimental y el grupo control. En ella se aprecia las MTC de los resultados, las cantidades de estudiantes que respondieron correcta e incorrectamente las preguntas; toda la información por cada pregunta para cada aspecto evaluado, es decir, el análisis de STD y el diseño de STD y considera el antes (pre test) y el después (post test).

**Tabla 26 Medidas de tendencia central del grupo experimental y grupo control (consolidado)**

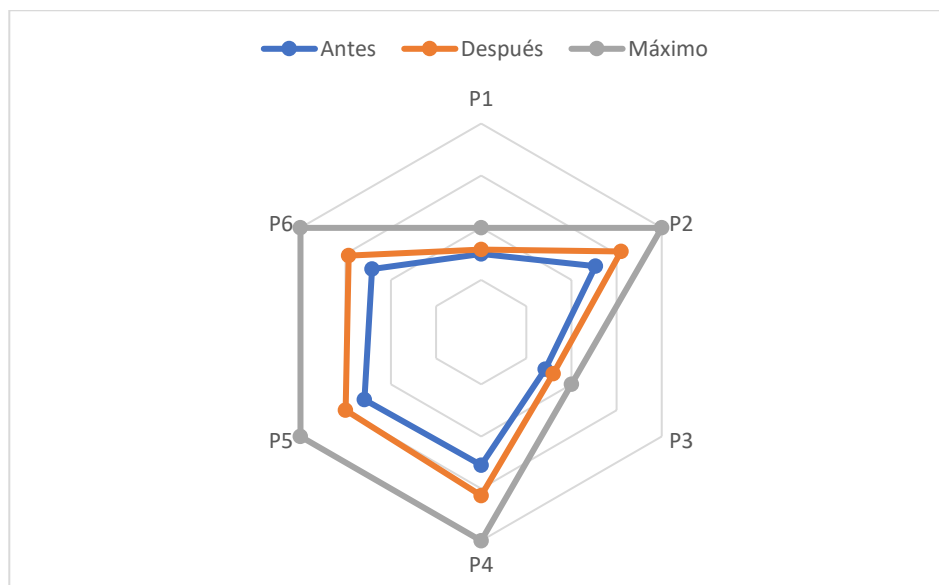
|         |               |    | Prome-<br>dio | Moda  | Mediana | Desvia-<br>ción<br>estándar | Máx<br>con<br>DS | Mínimo<br>con DS | Corre-<br>ctas | Incorre-<br>ctas |
|---------|---------------|----|---------------|-------|---------|-----------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| Antes   | Diseño<br>STD | P1 | 1.50          | 2.00  | 1.50    | 0.50                        | 2.00             | 1.00             | 31.00          | 29.00            |
|         |               | P2 | 2.53          | 2.00  | 2.00    | 0.87                        | 3.41             | 1.66             | 11.00          | 49.00            |
|         |               | P3 | 1.42          | 1.00  | 1.00    | 0.50                        | 1.91             | 0.92             | 26.00          | 34.00            |
|         | Análisis STD  | P4 | 2.55          | 3.00  | 3.00    | 0.85                        | 3.40             | 1.70             | 8.00           | 52.00            |
|         |               | P5 | 2.58          | 3.00  | 3.00    | 0.87                        | 3.45             | 1.71             | 10.00          | 50.00            |
|         |               | P6 | 2.42          | 2.00  | 2.00    | 0.81                        | 3.23             | 1.61             | 8.00           | 52.00            |
|         |               | No | 13.00         | 11.00 | 12.00   | 2.40                        | 15.40            | 10.60            |                |                  |
| Después | Diseño<br>STD | P1 | 1.58          | 2.00  | 2.00    | 0.50                        | 2.08             | 1.09             | 36.00          | 24.00            |
|         |               | P2 | 3.10          | 3.00  | 3.00    | 0.77                        | 3.87             | 2.33             | 21.00          | 39.00            |
|         |               | P3 | 1.60          | 2.00  | 2.00    | 0.49                        | 2.09             | 1.11             | 37.00          | 23.00            |
|         | Análisis STD  | P4 | 3.13          | 4.00  | 3.00    | 0.81                        | 3.95             | 2.32             | 25.00          | 35.00            |
|         |               | P5 | 3.00          | 3.00  | 3.00    | 0.84                        | 3.84             | 2.16             | 18.00          | 42.00            |
|         |               | P6 | 2.93          | 2.00  | 3.00    | 0.94                        | 3.87             | 2.00             | 24.00          | 36.00            |
|         |               | No | 15.35         | 17.00 | 16.00   | 2.59                        | 17.94            | 12.76            |                |                  |

**Elaboración:** propia

En la información en forma visual de la figura 18 se observa que la intervención en el grupo experimental, es decir, el PNAMA, ha tenido un impacto positivo en el rendimiento

académico de estos estudiantes, pues se aprecia visualmente como dicho programa permite acercar a todo el grupo hacia el máximo puntaje alcanzable por pregunta.

**Figura 18 Resultados promedio del grupo experimental post programa**



Elaboración: propia

La tabla 27 muestra los quintiles en los que se encuentran los estudiantes del grupo experimental y control de acuerdo a las dimensiones de la evaluación del rendimiento académico posterior a la aplicación del programa de nivelación académica en matemática aplicada.

**Tabla 27 Resultados por quintiles por grupo**

| Grupo Experimental |                                                   |    |     |
|--------------------|---------------------------------------------------|----|-----|
| Diseño             | Puntaje Máximo (quinto quintil - quinto superior) | 22 | 59% |
|                    | A 75% de correcto (cuarto quintil)                | 15 | 41% |
| Análisis           | Puntaje Máximo (quinto quintil - quinto superior) | 3  | 8%  |
|                    | A 75% de correcto (cuarto quintil)                | 28 | 76% |
|                    | Entre 50% y 75% (segundo quintil)                 | 6  | 16% |
| Grupo Control      |                                                   |    |     |
| Diseño             | Puntaje Máximo (quinto quintil - quinto superior) | 2  | 9%  |
|                    | A 75% de correcto (cuarto quintil)                | 6  | 26% |
|                    | Entre 50% y 75% (segundo quintil)                 | 15 | 65% |
| Análisis           | Puntaje Máximo (quinto quintil - quinto superior) | 0  | 0%  |
|                    | A 75% de correcto (cuarto quintil)                | 6  | 26% |
|                    | Entre 50% y 75% (segundo quintil)                 | 17 | 74% |

Elaboración: propia



En el grupo experimental se observa que en el indicador diseño que el 59% de los estudiantes se encuentra en el puntaje máximo o quinto quintil, mientras que en la dimensión análisis el 76% de los estudiantes se encuentran al 75% de correcto (cuarto quintil). En el grupo control la dimensión diseño tiene el 65% de los estudiantes con puntaje entre el 50% y 75% (segundo quintil), mientras que en la dimensión análisis el 74% de los estudiantes tienen puntajes entre el 50% y 75% (segundo quintil). Entonces podemos decir que los estudiantes que pertenecen al grupo experimental de manera general se encuentran en mejores quintiles a nivel de los indicadores de diseño y análisis en comparación con los estudiantes del grupo control.

Con todos los resultados obtenidos, es necesario comprobar la hipótesis, punto que se trata en el ítem que prosigue.



#### 4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis planteada para esta investigación, se hace uso de la *t* de Student con datos asociados, como estadístico inferencial seleccionado, pues este se presta para su aplicación en este tipo de muestras, comparativas de medias y sirve para determinar si el hecho introducido en el grupo experimental influyó, es decir, tiene un impacto o relación en los rendimientos académicos obtenidos o acaso no los tiene. Las hipótesis, dentro del estadístico elegido son la nula ( $H_0$ ) y la alterna ( $H_a$ ). Para que una de ellas sea aceptada o rechazada, se considera el valor del cálculo en el identificador *P*value, tomando en cuenta que el nivel de significancia será de 0.05, entonces, si la  $H_a$  es menor que ese valor, se considera como aceptable el planteamiento de esta y el rechazo de la  $H_0$ .

**$H_0$ :** La implementación de un programa de nivelación académica en matemática aplicada no presenta un impacto o diferencia significativa en los promedios del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

**$H_a$ :** La implementación de un programa de nivelación académico en matemática aplicada si presenta diferencia significativa y tiene un impacto en los promedios del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Realizado el análisis de datos con el estadístico *t* de Student los ítems siguientes muestran los resultados que se obtuvieron.

## 4.1 Grupo experimental

Las tablas 28, 29 y 30 presentan la comprobación de la hipótesis por medio de la *t* de Student para el grupo experimental. También se ha disgregado esta comprobación para las dimensiones del análisis de STD y el diseño de STD.

La tabla 28 muestra la comprobación de la hipótesis en general, es decir, la mejora en el rendimiento académico de los estudiantes a los que se aplicó el PNAMA. La prueba *t* de Student presenta un  $P\text{value}=6.94841 \times 10^{-13}$  resultando ser un valor mucho menor que la significancia propuesta de 0.05. La relación  $P\text{value}<0.05$  comprueba que hay una relación estadística significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes y el PNAMA. El promedio de rendimiento académico antes del programa de nivelación académica fue de 13.65 (Regular), paso a ser 16.92 (Bueno) después de aplicado el PNAMA.

**Tabla 28 Comprobación hipótesis grupo experimental**

| Indicador  | Pre Test | Post Test | <i>t</i> Student          | Significancia |
|------------|----------|-----------|---------------------------|---------------|
| Promedio   | 13.65    | 16.92     | $6.94841 \times 10^{-13}$ | 0.05          |
| D Estándar | 2.51     | 1.42      |                           |               |
| Muestra    | 37       | 37        |                           |               |

Elaboración: propia

La tabla 29 presenta el resultado de la prueba *t* de Student para el rendimiento académico en el análisis de STD. Se obtuvo un  $P\text{value}$  de  $3.13708 \times 10^{-05}$  que es un valor mucho menor que 0.05. En este caso la relación  $P\text{value}<0.05$  muestra la significativa relación estadística entre el rendimiento académico en el análisis de los STD, es decir, la caracterización de estos sistemas a través de la aplicación de la Transformada Z y los conceptos y técnicas aprendidos en el PNAMA. La mejora del promedio en este aspecto refuerza la comprobación de la hipótesis general.



**Tabla 29 Comprobación rendimiento académico en el análisis grupo experimental**

| Indicador  | Pre Test | Post Test | t Student                 | Significancia |
|------------|----------|-----------|---------------------------|---------------|
| Promedio   | 14.00    | 17.24     | 3.13708x10 <sup>-05</sup> | 0.05          |
| D Estándar | 3.96     | 2.77      |                           |               |
| Muestra    | 37       | 37        |                           |               |

Elaboración: propia

En la tabla 30 se muestran los resultados para la comprobación de la hipótesis en la dimensión del rendimiento académico en el diseño de STD. También se obtuvo que el Pvalue es menor que la significancia de 0.05, por tanto, también se comprueba la hipótesis en esta dimensión.

**Tabla 30 Comprobación rendimiento académico en el diseño grupo experimental**

| Indicador  | Pre Test | Post Test | t Student                 | Significancia |
|------------|----------|-----------|---------------------------|---------------|
| Promedio   | 13.46    | 16.89     | 1.51602x10 <sup>-09</sup> | 0.05          |
| D Estándar | 2.47     | 1.94      |                           |               |
| Muestra    |          |           |                           |               |

Elaboración: propia

#### 4.2 Grupo control

La tabla 31 muestra los resultados de la prueba t de Student para el grupo control, grupo de estudiantes a los que no se les aplicó el PNAMA. En este caso, se obtuvo un Pvalue de 0.127144206 y la relación Pvalue<0.05 no se cumple. De este resultado se puede inferir que los estudiantes que no recibieron el PNAMA no han mejorado su rendimiento académico, lo cual comprueba también la hipótesis alterna ya que muestra de manera contraria el impacto desfavorable de la no aplicación del programa de nivelación académica en los estudiantes.

**Tabla 31 Comprobación hipótesis grupo control**

| Indicador  | Pre Test | Post Test | t Student   | Significancia |
|------------|----------|-----------|-------------|---------------|
| Promedio   | 11.96    | 12.83     | 0.127144206 | 0.05          |
| D Estándar | 1.82     | 1.97      |             |               |
| Muestra    | 23       | 23        |             |               |

Elaboración: propia

Las tablas 32 y 33 presentan los resultados de la prueba t de Student en los estudiantes del grupo control que no recibieron el PNAMA, para las dimensiones del rendimiento académico en el análisis de los STD y en el diseño de STD. En ambos casos, los Pvalue alcanzados no son menores que la significancia de 0.05, por tanto, de forma contraria se comprueba la hipótesis, ya que el rendimiento académico en las dimensiones de análisis y diseño de los STD no mejora si no se ha aplicado un programa de nivelación académica en matemática aplicada.

***Tabla 32 Comprobación rendimiento académico en el análisis grupo control***

| Indicador  | Pre Test | Post Test | t Student   | Significancia |
|------------|----------|-----------|-------------|---------------|
| Promedio   | 12.48    | 13.00     | 0.590103096 | 0.05          |
| D Estándar | 3.42     | 3.09      |             |               |
| Muestra    | 23       | 23        |             |               |

Elaboración: propia

***Tabla 33 Comprobación rendimiento académico en el diseño grupo control***

| Indicador  | Pre Test | Post Test | t Student  | Significancia |
|------------|----------|-----------|------------|---------------|
| Promedio   | 11.57    | 12.52     | 0.11335381 | 0.05          |
| D Estándar | 1.93     | 2.09      |            |               |
| Muestra    | 23       | 23        |            |               |

Elaboración: propia

## 5. DISCUSIÓN

Antes de analizar las semejanzas o diferencias con lo descrito en el capítulo primero, se debe de recordar que el trabajo realizado por Lucía Santelices, Carolina Williams y otros, publicado en la Revista Médica de Chile 2013, indican que la educación es lograr que las personas alcancen su máxima potenciación, para ello se deben de presentar dos acciones: (i) conducir a la persona de un estado inicial a un nuevo estado (ii) motivar a las personas para que puedan desarrollar sus potencialidades. En su trabajo, considerando como unidad de estudio a los estudiantes del área de ciencias de la salud, primer año de medicina humana, establecen que cuando ellos ingresan a la carrera universitaria, carecen de conocimientos científicos suficientes, para obtener buenos resultados en sus cursos del ciclo básico, por eso, se ven en la necesidad de desarrollar programas que permita la nivelación de todos los estudiantes. Para su trabajo de investigación, los autores buscaron asociar los resultados de un programa de nivelación de conocimientos de biología celular (BC) y bioquímica (BQ), con el rendimiento académico.

Sus resultados obtenidos, permitieron comprobar que los estudiantes que participaron en el programa, tuvieron un rendimiento académico superior a los que no participaron, siendo una diferencia estadísticamente significativa.

Comprobaron que los programas de nivelación si ayudan a los estudiantes en sus rendimientos, pues ejecutaron, similar actividad en el área de ingenierías y obtuvieron resultados mejorados en los rendimientos académicos. Con este trabajo entonces, se puede indicar que asegurar el conocimiento de los estudiantes en un curso, logrando la calidad del mismo, puede ser reforzada por trabajos de nivelación, que, si bien es cierto, puede conllevar a mayores esfuerzos, el resultado es favorable para la sociedad, pues el estudiante será quien desarrolle actividades profesionales en beneficio de la sociedad. Los autores indican: “Este estudio sirve como modelo efectivo para instituciones que aceptan estudiantes con puntajes de admisión menores a las instituciones tradicionales en carreras con alto grado de exigencia académica”.

También se considera lo que Allendes (2018) señala que en el Instituto Profesional DuocUC, se reciben estudiantes, que presentan, en los ciclos básicos o iniciales, serias deficiencias, en especial, las relacionadas con el pensamiento lógico y matemática, en este última, se aprecia deficiencia en aritmética, proporcionalidad, porcentajes, ecuaciones y álgebra básica. Por eso, los rendimientos académicos no son los esperados, y se han implementado diversas actividades que puedan ayudar a revertir este hecho, con el fin de



apoyar a sus estudiantes. Una de estas actividades, es la que desarrollan desde el 2003, con la obligatoriedad del curso denominado “Nivelación Matemática”, que conforma parte de todos los planes y mallas curriculares. Los resultados de este programa, se refleja en los rendimientos de los estudiantes. Es necesario, que se de los contenidos del curso, en base a lo que se requiere o requerirá como herramienta matemática a lo largo de su formación, por eso contempla todas aquellas que son matemáticas básicas, estas se emplean en cursos como álgebra, cálculo y estadística de los planes de estudio, pero también se ve su utilidad en cursos como Economía, Evaluación de Proyectos, Física, Electrónica, Termodinámica, por mencionar las más importantes, pero en realidad, en todas las especialidades se aprecia la matemática como curso obligatorio de aprobar. Para la ejecución de este programa, es que se desarrolla una prueba con 70 preguntas de selección múltiple para clasificar a los estudiantes según sea el nivel de conocimiento que demuestre. “Los contenidos o temas incluidos en este instrumento fueron los mismos que se consideraron en el diseño del programa de estudios del curso remedial y que, en teoría, deberían ser dominados por los estudiantes por ser contenidos abordados en la enseñanza básica y media”. Una vez hecha la clasificación, es que se lleva a cabo el “curso remedial”, con el cual se busca homogenizar los conocimientos de los estudiantes. Se aprecia que, si hay resultados favorables, pues luego de concluido el curso, se les vuelve a tomar la misma prueba, con el fin de comparar, algo similar a una línea base de entrada y una de salida, y se tiene como conclusión que los aspectos de conocimiento matemáticos son relativamente homogéneos en todos los participantes. Por lo descrito, es que se considera como importante para el desarrollo de nivelación, el hecho que los docentes son los promotores y motivadores de este acto, que, a pesar de ser obligatorio, puede ser percibido como algo no necesario o quizá afectar la autoestima del estudiante, entonces, es necesario capacitar a los docentes en metodologías que ayuden a los estudiantes a nivelarse en beneficio de sus aprendizajes.

Y se tiene que en la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC), también presentó problemas de deserción en los estudiantes del primer año, lo que les llevó hacer un estudio que determinó que una de las causas de esa deserción era que los estudiantes tenían dificultades para aprobar los cursos de matemática, esto motiva a que en el año 2013, la facultad de matemática, en coordinación con su Vicerrectoría Académica UC, establezcan actividades para mejorar los instrumentos que les permita una detección temprana de necesidades en esta área y así establecer estrategias que permitan ayudar a los estudiantes para que mejoren sus rendimientos en los cursos de matemática. Resultado de todos esos

años de actividades, es que se dan las actividades de nivelación en el “Programa Introducción a la Matemática Universitaria (PIMU)”.

Consideran establecer primero un diagnóstico de los estudiantes ingresantes, para conocer el nivel de dominio en matemática, para que así los que tienen un nivel muy bajo, requerirían una mayor intervención del PIMU, y los que demuestran, por los rendimientos obtenidos, un nivel de conocimiento alto, la intervención del PIMU, también se da, pero no tan exhaustiva como la que requieren los de alto.

El programa PIMU, no es estático, pues se va adecuando, o mejorando, conforme se van dando los resultados de sus estudiantes.

Con este preámbulo, es necesario indicar que, en este punto, por ser un trabajo experimental, se logra llevar a discusión los resultados, tomando en cuenta los estilos de aprendizaje de Kolb, pues la nivelación permite que los estudiantes, en el caso de la transformada Z, algunos logran el aprendizaje según la sesión que les corresponde:

- Experiencia concreta: donde la observación permite el aprendizaje, y esto se da en las dos primeras sesiones.
- Observación reflexiva: plantea en las sesiones 3 y 4 hipótesis, e incluso en las sesiones 1 y 2, también pueden lograr este estilo de aprendizaje.
- Conceptualización abstracta: las sesiones de la 1 a 4 permiten que el estudiante logre la conceptualización, desde lo abstracto, antes de ingresar a la aplicación.
- Experimentación activa: ya es el aprendizaje cuando llegan a comprender con los ejemplos la aplicación de la transformada Z en el análisis y diseño de los STD en el área del procesamiento digital de señales.

Se cumple con cualquiera de los estilos de aprendizajes que plantea Kolb, sin embargo, la diferencia es que serán en tiempos diferenciados, ya que no conforma parte de un programa o malla curricular, como se puede ver lo tienen otras instituciones, como es el caso de PIMU, para la PUCP, por lo que se plantea sea considerado en la propuesta a implementar.

Con lo descrito en los autores presentados en el presente trabajo de investigación, se llega a resultados en el mismo sentido, pues el reforzamiento o nivelación en temas complicados, como es la comprensión de la matemática, tiene resultados favorables en los rendimientos académicos, y esto se comprueba en la aceptación de la Ha, ante un Pvalue menor a 0.05 para todos los casos en el grupo experimental.

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

El impacto de la aplicación de un programa de nivelación académica en matemática aplicada – Transformada Z en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, es favorable. El porcentaje de preguntas respondidas correctamente paso de 31.98% en promedio antes de la aplicación del PNAMA a 59.91% después del programa. Además, los estudiantes que pertenecen al grupo experimental presentan mejores puntajes, mediante el análisis de moda, mediana y media, en cada una de las seis preguntas aplicadas en la evaluación de rendimiento académico con respecto a los estudiantes del grupo control. También

### SEGUNDA

El nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa antes de aplicar el programa de nivelación académica, estaba en una calificación similar para todos, sin embargo al aplicar el programa de nivelación, se puede apreciar que el rendimiento académico basado en el promedio de notas de los estudiantes que pertenecen al grupo experimental (16.92) es mayor al promedio de notas que pertenece al grupo de control (12.83).

### TERCERA

El nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa después de aplicar el programa de nivelación académica, es mayor en los estudiantes del grupo experimental que el rendimiento académico que presentan los estudiantes que pertenecen al grupo control. Los estudiantes del grupo experimental presentaron mejor ubicación en los quintiles, quinto y cuarto quintil, de acuerdo a sus puntajes en la evaluación del rendimiento académico en sus dos dimensiones (diseño y análisis) en comparación con los estudiantes del grupo control que se ubican en el segundo quintil. El programa de nivelación de matemática tuvo un impacto positivo ( $P\text{value} = 6.94841 \times 10^{-13} < 0.05$  para la prueba t de Student) en el rendimiento



académico de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Se alcanzaron los objetivos de la investigación, ya que se logró demostrar mediante la comprobación de la hipótesis en todos sus extremos, lo que está plasmado en el punto 3.4, que si hay un impacto del programa de nivelación académica en matemática aplicada – Transformada Z sobre el rendimiento académico de los estudiantes en el curso de Procesamiento Digital de Señales. Se logro medir el rendimiento académico antes y después de la intervención y se comprobó la mejora.



## RECOMENDACIONES

### PRIMERA

Se deben implementar programas de nivelación académica en matemática similares en el proceso de formación profesional en las diferentes escuelas y facultades que conforman una universidad, dado que en todos se presentan cursos de matemáticas y son, por lo general los que se convierten en base para otros cursos, es decir, son pre-requisitos y en otros casos son los complicados ante la continuidad de los estudios, es decir, son motivo de deserción por parte de los estudiantes hacia sus estudios superiores.

### SEGUNDA

Tomar en cuenta un pre test, pues permite identificar y calificar, por un proceso de taxonomía, lo que se requiere reforzar, pues no todos los niveles de conocimiento son iguales, pero si similares, por lo que se puede pretender proponer un programa de nivelación, por cada escuela de formación profesional, según sus necesidades.

### TERCERA

Los programas para nivelar académicamente una determinada materia dan los resultados esperados, en beneficio del proceso enseñanza aprendizaje, sin embargo, su aplicación puede presentar ciertas dificultades en el aspecto de tiempos y espacios, pero con el uso de las TIC, se puede tener en forma permanente estos programas, con el control del caso, para el uso de e-learning, b-learning o m-learning.

### CUARTA

La implementación de programas de nivelación académica similares al de la presente investigación se deben aplicar con la pertinencia y oportunidad adecuadas, de acuerdo a evaluaciones previamente realizadas, a fin de lograr la calidad en la formación profesional y la deserción de los estudios superiores.

### QUINTA

Dadas las distintas realidades de las escuelas de formación profesional y las distintas materias que pueden tener necesidad de la implementación de programas similares al de la presente investigación se recomienda su adecuada gestión ya con intervención a nivel de

facultades e incluso universidad con la finalidad de lograr los resultados positivos que brindan este tipo de programas.





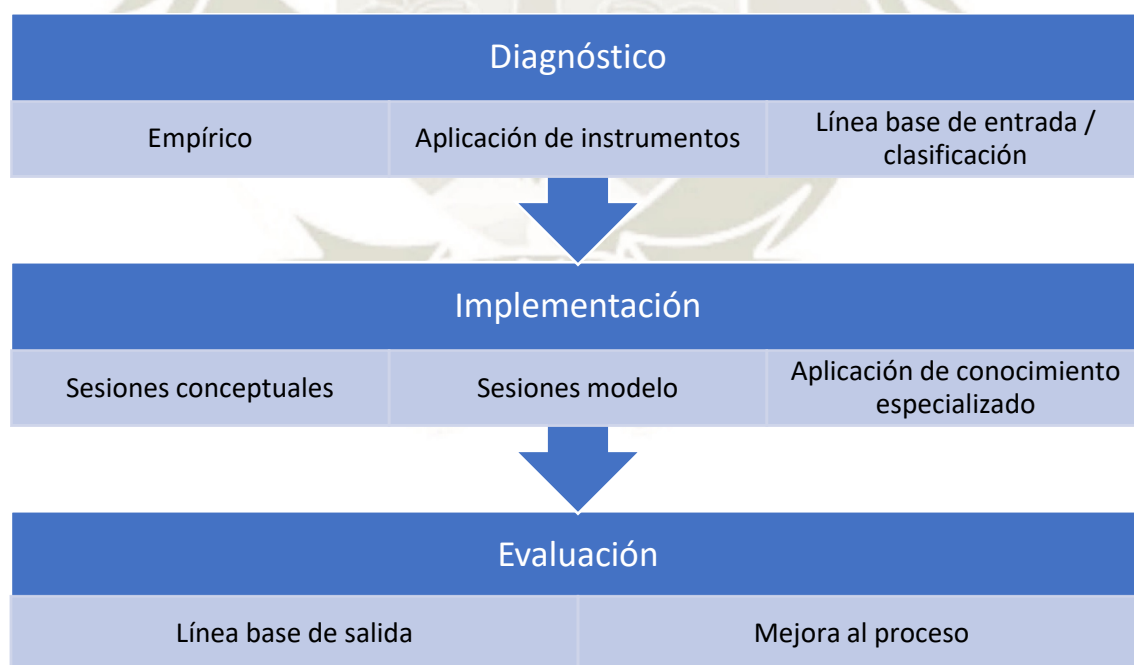
## PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

Por los resultados obtenidos, es que se puede establecer la siguiente propuesta que sería aplicada en la escuela, la facultad y posteriormente la universidad, considerando que siempre hay ajustes que se deben desarrollar en beneficio de los procesos enseñanza aprendizaje, y por el cumplimiento que se daría a la ley 30220, en lo que a continuar aportando a la calidad se refiere.

### ETAPAS

Se conoce que el proceso enseñanza aprendizaje, es un proceso, pues el ser humano primero tuvo que aprender para poder enseñar, y eso es lo que los trabajos de investigación pueden aportar, lo que se aprende concluye en aportes en beneficio de la sociedad. Las etapas serían entonces a tres niveles: escuela, facultad y universidad. En la figura 19 se muestra un diagrama de bloques que plantea el proceso que se tuvo:

**Figura 19 Diagrama de bloques de proceso implementado**



Elaboración: propia

Se pueden ver tres grandes bloques, que son el diagnóstico, la implementación y la evaluación. Para el caso del primero, como fue aplicado a un curso, se tenía la fortaleza del

conocimiento empírico, por los años en la materia y se identificó, rápidamente, que el problema se presentaba en la aplicación de la transformada Z, sin embargo, se consideró tener alternativas de aplicar instrumentos de análisis para esta detección, como por ejemplo entrevistas a los estudiantes. En este bloque se aprecia también la alternativa de implementar pruebas para que sean las que clasifiquen a los estudiantes y sea tomada como la línea base. El segundo y tercer bloque son considerados de ejecución, sobre lo que se desea nivelar o fortalecer en los estudiantes, tomando en cuenta que siempre serán temas de base para toda la carrera y que facilite el aprendizaje de los estudiantes.

Por los resultados obtenidos, entonces se puede indicar en la siguiente tabla comparativa, actividades que contemplen la implementación de esta metodología, según cada bloque presentado:

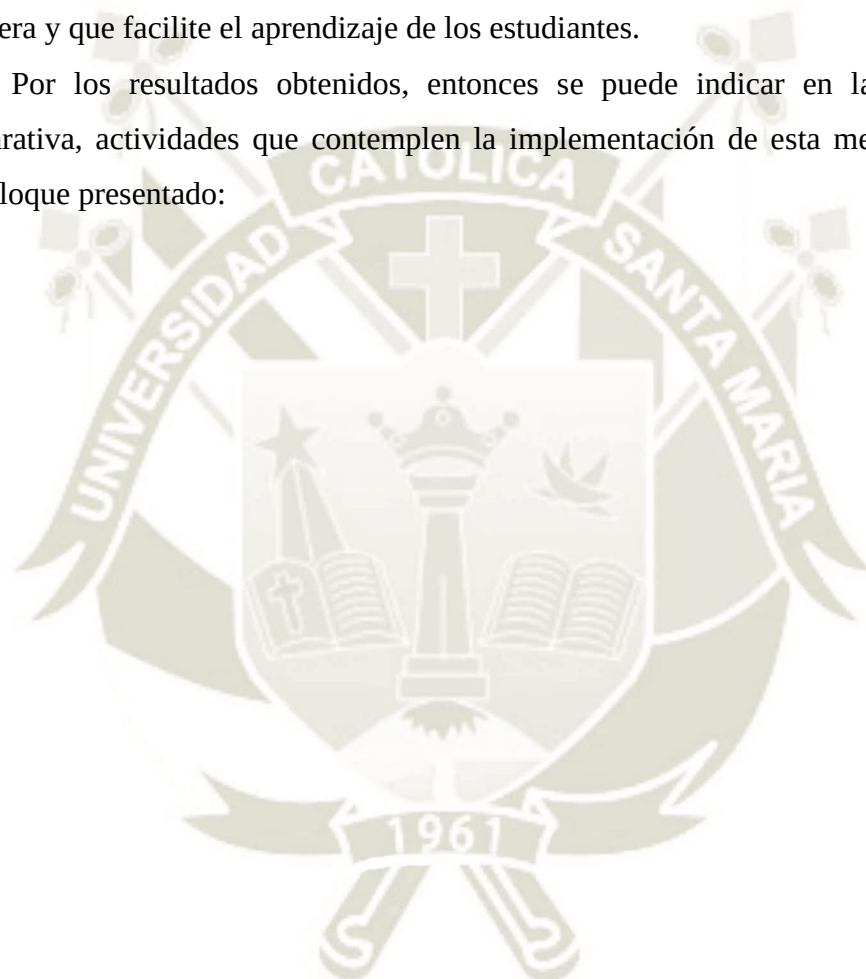


Tabla: Implementación por cada etapa de un programa de nivelación

| Bloque      | Situación                                                                                               | Etapa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                         | Escuela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Facultad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Universidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Diagnóstico | Identificación de las bases de conocimiento de materias que se aplicarán en toda la carrera profesional | Se congrega a los docentes para la revisión de la malla curricular y considerar que cursos son los que más intervienen en la formación de los profesionales, siendo considerados no como importantes, sino de mayor aplicación o visualización, por ejemplo matemática (aritmética y lógica) física (ángulos y movimientos),... Para esto los docentes, pueden emplear tiempos, es decir, matemática se aplica en 2, 3, ... n cursos, pero en especial ... | Se congrega a los directores de escuela para que congreguen a sus docentes y revisen la malla curricular y considerar que cursos son los que más intervienen en la formación de los profesionales, siendo considerados no como importantes, sino de mayor aplicación o visualización, por ejemplo matemática (aritmética y lógica) física (ángulos y movimientos),... Para esto los directores, pueden emplear tiempos, es decir, matemática se aplica en 2, 3, ... n cursos y en 1, 2, ... n carreras profesionales, pero en especial ... | Se congrega a los docentes para la revisión de la malla curricular y considerar que cursos son los que más intervienen en la formación de los profesionales, siendo considerados no como importantes, sino de mayor aplicación o visualización, por ejemplo matemática (aritmética y lógica) física (ángulos y movimientos),... Para esto los docentes, pueden emplear tiempos, es decir, matemática se aplica en 2, 3, ... n cursos, pero en especial ... |



| Bloque | Situación                                  | Etapa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                            | Escuela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Facultad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Universidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|        | Clasificación por nivel de apoyo requerido | Se pueden dar sesiones por tres niveles, quienes requieren un alto reforzamiento, un mediano y un bajo, para ello se considera la separación por tercio superior, es decir, las notas obtenidas serían de la aplicación de una evaluación, tomada como línea de entrada y se buscará homogenización de todos los estudiantes en su conocimiento. Esos quintiles son: menos de 10 puntos (alto reforzamiento) de 11 a 15 puntos (mediano reforzamiento) y de 16 a 20 puntos (bajo reforzamiento). | Se pueden dar sesiones por tres niveles, quienes requieren un alto reforzamiento, un mediano y un bajo, para ello se considera la separación por tercio superior, es decir, las notas obtenidas serían de la aplicación de una evaluación, tomada como línea de entrada y se buscará homogenización de todos los estudiantes en su conocimiento. Esos quintiles son: menos de 10 puntos (alto reforzamiento) de 11 a 15 puntos (mediano reforzamiento) y de 16 a 20 puntos (bajo reforzamiento). Lo que se adiciona a este nivel es que se solicitará apoyo a escuelas dentro de la universidad, para su ejecución o | Se pueden dar sesiones por tres niveles, quienes requieren un alto reforzamiento, un mediano y un bajo, para ello se considera la separación por tercio superior, es decir, las notas obtenidas serían de la aplicación de una evaluación, tomada como línea de entrada y se buscará homogenización de todos los estudiantes en su conocimiento. Esos quintiles son: menos de 10 puntos (alto reforzamiento) de 11 a 15 puntos (mediano reforzamiento) y de 16 a 20 puntos (bajo reforzamiento). Lo que se adiciona a este nivel es que se solicitará apoyo a escuelas dentro de la universidad, para su |

| Bloque         | Situación            | Etapa                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                      | Escuela                                                                                                                                                                                                                                 | Facultad                                                                                                                                                                                                                                 | Universidad                                                                                                                                                                                                                         |
|                |                      |                                                                                                                                                                                                                                         | fuera de la universidad. Además, contempla la disposición de un grupo de docentes para acompañar las dudas o consultas que tengan los estudiantes, sobre un tema en específico.                                                          | ejecución o fuera de la universidad. Además, contempla la disposición de una oficina para acompañar las dudas o consultas que tengan los estudiantes, sobre un tema en específico y estaría bajo la observación de OBU.             |
|                | Alternativa          | Aplicación de una encuesta a los estudiantes de años superiores y/o egresados para tener un mapeo de lo más complicado en su formación, tomando en cuenta que será dirigido por la escuela y puede ser en un tiempo no mayor a 30 días. | Aplicación de una encuesta a los estudiantes de años superiores y/o egresados para tener un mapeo de lo más complicado en su formación, tomando en cuenta que será dirigido por la facultad y puede ser en un tiempo no mayor a 50 días. | Aplicación de una encuesta a los estudiantes de años superiores y/o egresados para tener un mapeo de lo más complicado en su formación, tomando en cuenta que será dirigido por la OBU y puede ser en un tiempo no mayor a 90 días. |
| Implementación | Presencial y virtual | Para este caso, se dará las sesiones según sea los conocimientos establecidos en la escuela.                                                                                                                                            | Para este caso, se dará las sesiones según sea los conocimientos establecidos en la facultad.                                                                                                                                            | Para este caso, se dará las sesiones según sea los conocimientos establecidos en la universidad.                                                                                                                                    |

| Bloque     | Situación                    | Etapa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                              | Escuela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Facultad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Universidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|            |                              | Se considera dentro de esta el hecho de tener sesiones pregrabadas, para las sesiones conceptuales y de modelo, mientras que las de conocimiento especializado, es decir, las que ya se aplican a puntos específicos en la carrera, deberán de tener el acompañamiento del docente, para asegurar el conocimiento de los estudiantes. | Se considera dentro de esta el hecho de tener sesiones pregrabadas, para las sesiones conceptuales y de modelo, mientras que las de conocimiento especializado, es decir, las que ya se aplican a puntos específicos en la carrera, deberán de tener el acompañamiento del docente, para asegurar el conocimiento de los estudiantes | Se considera dentro de esta el hecho de tener sesiones pregrabadas, para las sesiones conceptuales y de modelo, mientras que las de conocimiento especializado, es decir, las que ya se aplican a puntos específicos en la carrera, deberán de tener el acompañamiento del docente, para asegurar el conocimiento de los estudiantes |
| Evaluación | Prueba, línea base de salida | Se aplica a todos, sin embargo, no es un calificativo, por lo que los estudiantes pueden entrar sin ese stress de la evaluación, sino, que les permitirá un feed back para mejorar aún más lo que les pueda faltar o enfrentar a una realidad que a lo                                                                                | Se aplica a todos, sin embargo, no es un calificativo, por lo que los estudiantes pueden entrar sin ese stress de la evaluación, sino, que les permitirá un feed back para mejorar aún más lo que les pueda faltar o enfrentar a una realidad que a lo                                                                               | Se aplica a todos, sin embargo, no es un calificativo, por lo que los estudiantes pueden entrar sin ese stress de la evaluación, sino, que les permitirá un feed back para mejorar aún más lo que les pueda faltar o enfrentar a una realidad                                                                                        |



| Bloque | Situación  | Etapa                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |            | Escuela                                                                                                                                                                                                                                              | Facultad                                                                                                                                                                                                                                             | Universidad                                                                                                                                                                                                                                             |
|        |            | largo de la formación profesional deben de poner mayor atención                                                                                                                                                                                      | largo de la formación profesional deben de poner mayor atención                                                                                                                                                                                      | que a lo largo de la formación profesional deben de poner mayor atención                                                                                                                                                                                |
|        | Entrevista | Permitirá identificar en que parte los procesos pueden cambiar, para que sean sugeridos a nivel de escuela                                                                                                                                           | Permitirá identificar en que parte los procesos pueden cambiar, para que sean sugeridos a nivel de facultad                                                                                                                                          | Permitirá identificar en que parte los procesos pueden cambiar, para que sean sugeridos a nivel de universidad                                                                                                                                          |
|        | Calidad    | Tanto para el licenciamiento como para la acreditación, por programa, son procesos que permitirá a los evaluadores considerar una metodología de aseguramiento de la calidad, como cumplimiento de lo establecido en las dimensiones de ambos casos. | Tanto para el licenciamiento como para la acreditación, por programa, son procesos que permitirá a los evaluadores considerar una metodología de aseguramiento de la calidad, como cumplimiento de lo establecido en las dimensiones de ambos casos. | Tanto para el licenciamiento como para la acreditación, por institución, son procesos que permitirá a los evaluadores considerar una metodología de aseguramiento de la calidad, como cumplimiento de lo establecido en las dimensiones de ambos casos. |

## REFERENCIAS

- Adell, M. (2013). Estrategias para mejorar el Rendimiento Académico de los Adolescentes. En M. Adell, *Estrategias para mejorar el Rendimiento Académico de los Adolescentes* (pág. 43). Madrid: Pirámide.
- Allendes, J. P. (2018). PROGRAMA REMEDIAL DE MATEMÁTICAS. LA EXPERIENCIA DEL INSTITUTO PROFESIONAL DuocUC. *Calidad en la Educación*, 0(23).
- Alvarado Moya, J. P. (28 de Julio de 2011). Notas de clase. *Procesamiento Digital de Señales*. Cartago, Costa Rica.
- Álvarez De Zayas, C., & Sierra Lombardia, V. (2010). La Universidad de Excelencia. Pueblo y Educación. En C. Álvarez De Zayas, & V. Sierra Lombardia, *La Universidad de Excelencia. Pueblo y Educación* (pág. 7). Habana: Cuba.
- Ambardar, A. (2002). *Procesamiento de señales analógicas y digitales*. México: Thomson Editores S. A.
- Ausubel, D. (1978). Psicología Educativa: Un Enfoque Cognoscitivo. En D. Ausubel, *Psicología Educativa: Un Enfoque Cognoscitivo* (pág. 74). México: Traducción de Educational Psychology: A Cognitive View. México: Trillas.
- Barcia Menéndez, J. J., & Carvajal Zambrano, B. T. (2016). El proceso de enseñanza aprendizaje en la educación superior. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaE)*, 139 - 155.
- Benites Araujo, J. A. (2019). *Aplicación del programa de nivelación para mejorar la competencia de ingreso en el área de matemática a estudiantes de educación inicial de la Universidad Privada Antenor Orrego - 2018*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5675>
- Blanco Pineda, J. E., Córdova Coreas, J. R., & Guerrero Herrera, R. V. (2005). <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/handle/11592/6360>. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11592/6360>
- Chacón Vargas , E., & Roldan Villalobos , G. (2021). Factores que inciden sobre el rendimiento académico de los estudiantes de primer ingreso del curso Matemática General del Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica*.
- Chadwick, C. (1979). Teoría del aprendizaje. En C. Chadwick, *Teoría del aprendizaje* (pág. 58). Santiago de Chile: Tecla.

- Congreso de la República del Perú. (2014). *Ley Universitaria N° 30220*. Lima: Diario El Peruano.
- Dávila Solano, R. L., & Rodriguez Tito, C. E. (2017). *Características del taller de nivelación y tecnología de la información y comunicación en la enseñanza de la matemática y el logro del aprendizaje de los estudiantes del programa Beca 18 en el Instituto Superior Tecnológico Privado TECSUP – Santa Anita*. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11818/942>
- Dubinsky, E. (1991). Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking. En E. Dubinsky, *Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking* (págs. 95 - 123). Holanda: The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Figueroa, C. (2004). *Sistemas de Evaluación Académica*. El Salvador: Editorial Universitaria.
- Flores Miranda, M., & Quisbert Quispe, V. (s.f.). Plan estratégico para la implementación de un programa de matemática aplicada en la carrera de matemática de la Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia.
- Lopez Marquez, J. L. (2018). Depresión y rendimiento académico de los estudiantes universitarios de la facultd de Medicinade la Universidad Científica del Sur. En J. L. Lopez Marquez, *Depresión y rendimiento académico de los estudiantes universitarios de la facultd de Medicinade la Universidad Científica del Sur* (pág. 30). Lima: Universidad José Carlos Mariátegui.
- Luengo, J. (2004). La educación como objeto de conocimiento. El concepto de educación. Teorías e instituciones contemporáneas de educación. En L. J..
- Malagón Plata, L. (2010). La pertinencia en la educación superior: elementos para su comprensión. En L. Malagón Plata, *La pertinencia en la educación superior: elementos para su comprensión* (pág. 13). Tolima: Universidad de Tolima.
- Manrique Tejada, R. (2018). *Propuesta de una plataforma de tecnologías de información y comunicaciones como metodología para estandarizar los esquemas de planes de tesis y tesis de pregrado y posgrado en las Universidades del Perú*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Manrique Tejada, R., & Revollar Choque Gonzales, C. (2012). *Economía Familiar*. Arequipa: Ocean SRL. Recuperado el 14 de febrero de 2021



- Menéndez, J. J. B., & Zambrano, B., T. C. (2016). El proceso de enseñanza aprendizaje en la educación superior. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*. ISSN 1390-9010, 3(3), 139-154.
- Meneses, G. (2007). El proceso de enseñanza aprendizaje: el acto didáctico. En G. Meneses, *El proceso de enseñanza aprendizaje: el acto didáctico* (pág. 23). Catluña: Universidad Rovira I Virgili.
- MINEDU. (s.f.).  
<http://www.minedu.gob.pe/normatividad/reglamentos/xtras/evaluacion.pdf>.  
Obtenido de <http://www.minedu.gob.pe/normatividad/reglamentos/xtras/evaluacion.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú. (2014). <http://www.minedu.gob.pe>. Obtenido de Ley Universitaria: [http://www.minedu.gob.pe/reforma-universitaria/pdf/ley\\_universitaria.pdf](http://www.minedu.gob.pe/reforma-universitaria/pdf/ley_universitaria.pdf)
- Ministerio de Educación del Perú. (Julio de 2019).  
<http://www.minedu.gob.pe/normatividad/reglamentos/xtras/evaluacion.pdf>.  
Obtenido de <http://www.minedu.gob.pe/normatividad/reglamentos/xtras/evaluacion.pdf>
- Morrison, G. (2004). Theories applied to teaching and learning: Foundations for practice. En ., G. Morrison, *Theories applied to teaching and learning: Foundations for practice*. (pág. 24). New Jersey: Upper Saddle River.
- Muñoz, C. (2013). *Factores determinantes de los niveles de rendimiento escolar asociados con diferentes características socioeconómicas de los educandos*. México D.F.: CEE-ECIEL.
- Murillo, F. (2005). *La investigación sobre eeficacia escolar*. Barcelona: Octaedro.
- Navarro, S., & Blandón, S. (2017). Determinantes que inciden en la calidad de rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería. *Revista Científica de FAREM-Esteli. Medio mbiente, tecnología y desarrollo humano*.(24), 126-142.
- Oliva, H. (1979). *El Refuerzo Educativo*. San Salvador: UFG Editores.
- Oppenheim, A., & Schafer, R. (2011). *Tratamiento de señales en tiempo discreto*. Madrid: Pearson Educación S. A.
- Paredes Nuñez, J. E. (2016). *Manual para la Investigación Científica*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Paredes Nuñez, J. E. (2017). *Manual para la Formulación del Proyecto de Tesis*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María .

- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2009). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/eficacia/>
- Piaget, J. (2017). Psicología y pedagogía. En J. Piaget, *Psicología y pedagogía* (pág. 11). México: Psikolibro. Recuperado el 15 de febrero de 2021, de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Psicologia-y-Pedagogia.PD>
- Portales, S., Estay, G., & Cabezas, M. (2015). NIVELACIÓN ACADÉMICA EN MATEMÁTICA: ¿UN FACTOR QUE APORTA A LA DISMINUCIÓN DEL ABANDONO? *QUINTA CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE EL ABANDONO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR*, (pág. 7). Talca, Chile.
- RAE. (2018). *Real Academia Española*. Obtenido de [www.rae.es](http://www.rae.es)
- Rojas Bolivar , D., Bardalez Garcia, B., Bravo Vasquez, M. L., Arroyo Ramirez, F. A., & Yon Leaud, C. (2020). Percepción del ambiente educacional y rendimiento académico en una escuela de medicina de Lima: un estudio longitudinal. *Educación Médica*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157518132030187X?via%3Dihub>.
- Sambrano Islandh, P. F. (2000). Entre los buenos hábitos de estudio y el fracaso escolar. Morelos, México: Ediciones Universitarias de Morelos.
- Santelices, L., Williams, C., Zarate, A., Soto, M., Jara, N., & Dougnac, A. (2013). Impacto de un programa de nivelación de ciencias básicas en estudiantes de primer año de la carrera de medicina. *Revista Médica de Chile*, 141:710-715.
- Sernaqué Barrantes, H. (2018). *Evaluación de las capacidades en el curso de matemática y lógica de los alumnos ingresantes a la carrera de Ingeniería Civil, como referencia básica para la propuesta de un programa académico de nivelación, en Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote*. Piura: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote filial Piura 2015 – I. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1559>
- Sievers de Almeida, V. (2008). Educación, Historias y sentido en Hannah Arendt. En V. Sievers de Almeida, *Educación, Historias y sentido en Hannah Arendt*. (Vol. 43, pág. 48). São Paulo, Brasil: Educ. Pesqui. Recuperado el 15 de febrero de 2021, de <http://www.anped.org.br/reuniones>
- Vásquez Cordova, A. S. (2020). Estrategias de aprendizaje de estudiantes universitarios como predictores de su rendimiento académico . *Revista Complutense de Educación*.

Yirda, A. (2 de Setiembre de 2021). *ConceptoDefinición*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/matematica/>

Zeballos Carpio, J. (2018). *Evaluación del Rendimiento Universitario*. Arequipa.





## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

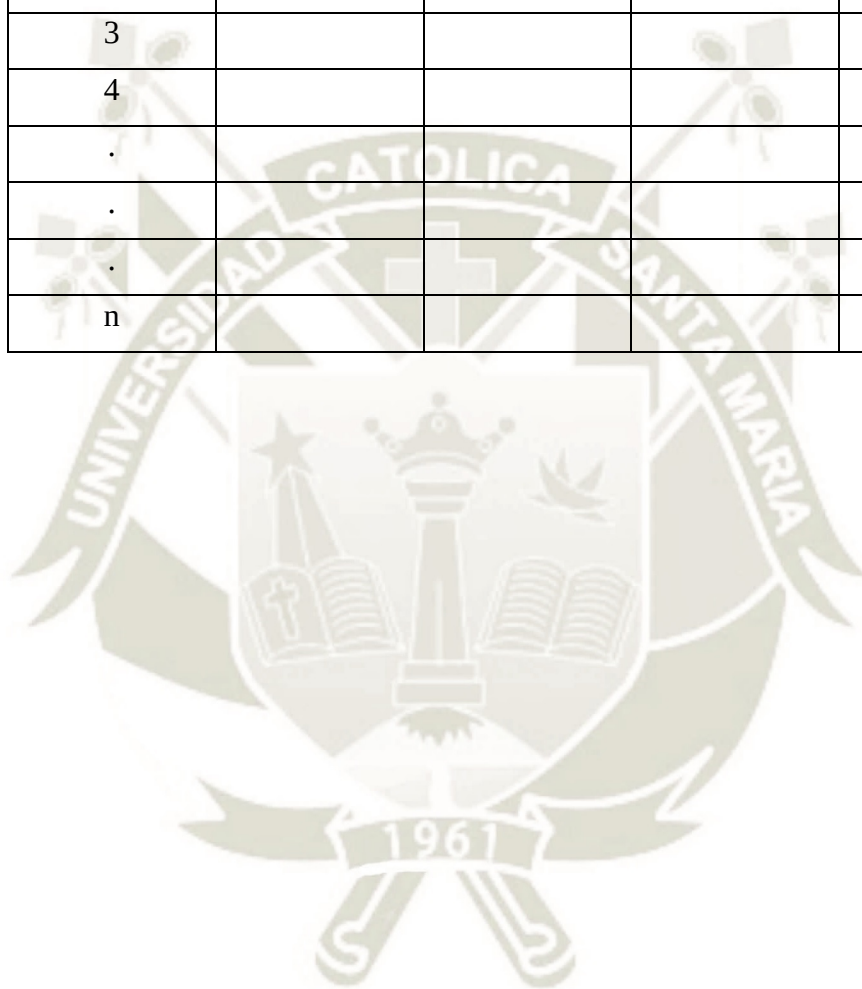
| Problema                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Variables                      | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Principal</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>General</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Dado que la conceptualización, análisis y diseño de los STD (Sistemas de Tiempo Discreto), utilizan la aplicación de la Transformada Z. Es probable que la aplicación de un programa de nivelación académica sea favorable en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. | Variable Rendimiento académico | <p>Campo: Ciencias sociales (5.00.00)<br/>Área: Ciencias de la educación (5.03.00)<br/>Línea: Temas generales de educación, Capacitación, Pedagogía, Didáctica (5.03.01)</p> <p>Diseño cuantitativo; de un nivel relacional, de un tipo aplicado, por reglamento de calificación y registro de investigadores en ciencia y Tecnología del SINACYT, así como experimental y longitudinal.</p> |
| ¿Cuál será el impacto de la aplicación de un programa de nivelación académica en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa? | Analizar el impacto de la aplicación de un programa de nivelación académica en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Secundarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Específicos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ¿Cuál es el nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa antes de aplicar el programa de nivelación académica?        | Determinar el nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa antes de aplicar el programa de nivelación académica.    | Dado que la conceptualización, análisis y diseño de los STD (Sistemas de Tiempo Discreto), utilizan la aplicación de la Transformada Z. Es probable que la aplicación de un programa de nivelación académica sea favorable en el rendimiento académico del curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. | Variable Rendimiento académico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ¿Cuál es el nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa después de aplicar el programa de nivelación académica?      | Determinar el nivel del rendimiento académico en el curso de Procesamiento Digital de Señales de los estudiantes del octavo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa después de aplicar el programa de nivelación académica.  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## ANEXO 2: MATRIZ DE COHERENCIAS

| VARIABLE              | SUBVARIABLES                                                          | INDICADORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Técnica e instrumentos                                                                                                                                                                                           | Ítem de instrumento                                                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Rendimiento académico | - Análisis de sistemas de tiempo discreto empleando la Transformada Z | - Aplica la definición, conceptos e interpretación de la Transformada Z en la solución de ejercicios escogidos.<br>- Aplica las propiedades de la Transformada Z en la solución de ejercicios escogidos.<br><br>- Realiza el análisis de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z y ejecuta soluciones de ejercicios escogidos de análisis de sistemas de tiempo discreto. | Prueba de Conocimientos (PC) de análisis y diseño de sistemas de tiempo discreto con la aplicación de la transformada Z en el curso de Procesamiento Digital de Señales.<br><br>Ficha de observación documental. | Pregunta 4 PC<br><br>Pregunta 3 PC<br><br>Pregunta 2 PC<br>Pregunta 6 PC |
|                       | - Diseño de sistemas de tiempo discreto empleando la Transformada Z   | - Reconoce e interpreta especificaciones y/o requisitos de sistemas de tiempo discreto.<br>- Soluciona ejercicios escogidos de diseño de sistemas de tiempo discreto con la Transformada Z.                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                  | Pregunta 1 PC<br><br>Pregunta 5 PC                                       |

### ANEXO 3: FICHA OBSERVACIONAL ESTRUCTURADA

| FICHA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA |                   |              |                   |              |
|-----------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| N°                                | Muestra sin PNAMA |              | Muestra con PNAMA |              |
|                                   | Nota Antes        | Nota Después | Nota Antes        | Nota Después |
| 1                                 |                   |              |                   |              |
| 2                                 |                   |              |                   |              |
| 3                                 |                   |              |                   |              |
| 4                                 |                   |              |                   |              |
| .                                 |                   |              |                   |              |
| .                                 |                   |              |                   |              |
| .                                 |                   |              |                   |              |
| n                                 |                   |              |                   |              |





## ANEXO 4: VALIDACIÓN DEL CONTENIDO DE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

Tabla: Validación del contenido de la prueba de conocimientos

| Dimensión | Ítem | Suficiencia | Claridad | Coherencia | Relevancia |
|-----------|------|-------------|----------|------------|------------|
| 1         | 1.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 1.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |
| 2         | 2.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 2.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 2.3  | 4           | 4        | 4          | 4          |
| 3         | 3.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 3.2  | 3           | 4        | 4          | 4          |
| 4         | 4.1  | 4           | 4        | 4          | 3          |
|           | 4.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |
| 5         | 5.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 5.2  | 4           | 4        | 3          | 4          |
|           | 5.3  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 5.4  | 4           | 4        | 4          | 4          |
| 6         | 6.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 6.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |
|           | 6.3  | 4           | 4        | 4          | 4          |

Juez Experto: Mg. Lucy Delgado Barra

## FORMATO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES EXPERTOS

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento:

### PRUEBA DE CONOCIMIENTOS DE ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA Z

que hace parte de la investigación:

**“IMPACTO DE UN PROGRAMA DE NIVELACIÓN DE MATEMÁTICA APLICADA  
SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL CURSO DE PROCESAMIENTO  
DIGITAL DE SEÑALES DE LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DE LA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA DE LA UCSM –  
AREQUIPA – 2018”**

La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

| CATEGORIA                                                                                                     | CALIFICACIÓN                 | INDICADOR                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SUFICIENCIA</b><br>Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta. | 1. No cumple con el criterio | Los ítems no son suficientes para medir la dimensión                                                                                                               |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total                                                                         |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.                                                                                  |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | Los ítems son suficientes                                                                                                                                          |
| <b>CLARIDAD</b><br>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.        | 1. No cumple con el criterio | El ítem no es claro                                                                                                                                                |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas. |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.                                                                                   |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.                                                                                                             |
| <b>COHERENCIA</b><br>El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.            | 1. No cumple con el criterio | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión                                                                                                                  |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.                                                                                                            |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.                                                                                            |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.                                                                                 |
| <b>RELEVANCIA</b><br>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.                            | 1. No cumple con el criterio | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión                                                                                    |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.                                                                           |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | El ítem es relativamente importante                                                                                                                                |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | El ítem es muy relevante y debe ser incluido.                                                                                                                      |

| ASPECTOS ESPECÍFICOS |      |             |          |            |            |               |
|----------------------|------|-------------|----------|------------|------------|---------------|
| Dimensión            | Ítem | Suficiencia | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones |
| 1                    | 1.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 1.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
| 2                    | 2.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 2.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 2.3  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
| 3                    | 3.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 3.2  | 3           | 4        | 4          | 4          |               |
| 4                    | 4.1  | 4           | 4        | 4          | 3          |               |
|                      | 4.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
| 5                    | 5.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 5.2  | 4           | 4        | 3          | 4          |               |
|                      | 5.3  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 5.4  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
| 6                    | 6.1  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 6.2  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |
|                      | 6.3  | 4           | 4        | 4          | 4          |               |

| ASPECTOS GENERALES                                                                                                             |    |    |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------------|
| Aspecto                                                                                                                        | Si | No | Observaciones |
| El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario                                         | X  |    |               |
| Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación                                                                   | X  |    |               |
| Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial                                                                      | X  |    |               |
| El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir | X  |    |               |

**CONSIDERACIONES FINALES**  
(favor agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato)

| VALIDEZ                   |                                                                           |              |  |                                                                                                |  |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Aplicable                 | X                                                                         | No Aplicable |  | Aplicable atendiendo a las observaciones                                                       |  |
| Instrumento validado por: | Lucy Delgado Barrio<br>Híster, Ing. Electrónica<br>Dr (c) Ing. Producción |              |  | <br>Firma |  |
| Teléfono:                 | 950301474                                                                 |              |  |                                                                                                |  |
| Correo electrónico:       | ldelgado@ucsm.edu.pe                                                      |              |  |                                                                                                |  |



20/3/2021

**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

| Graduado                                      | Grado o Título                                                                                                                              | Institución                                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| DELGADO BARRA,<br>LUCY ANGELA<br>DNI 29278874 | MAGISTER EN ING. SISTEMAS MENC.CS.COMPUTAC.<br>Fecha de diploma: 13/10/2005<br>Modalidad de estudios: -                                     | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE<br>SANTA MARÍA<br><i>PERU</i>             |
| DELGADO BARRA,<br>LUCY ANGELA<br>DNI 29278874 | MAGISTER EN INGENIERIA DE SISTEMAS CON MENCIÓN<br>EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION<br>Fecha de diploma: 13/10/2005<br>Modalidad de estudios: - | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE<br>SANTA MARÍA<br><i>PERU</i>             |
| DELGADO BARRA,<br>LUCY ANGELA<br>DNI 29278874 | BACHILLER EN INGENIERIA ELECTRONICA<br>Fecha de diploma: 12/04/1991<br>Modalidad de estudios: -                                             | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN<br>AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| DELGADO BARRA,<br>LUCY ANGELA<br>DNI 29278874 | INGENIERO ELECTRONICO<br>Fecha de diploma: 09/06/1995<br>Modalidad de estudios: -                                                           | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN<br>AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |

1/1

## FORMATO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUECES EXPERTOS

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento:

### PRUEBA DE CONOCIMIENTOS DE ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA Z

que hace parte de la investigación:

**“IMPACTO DE UN PROGRAMA DE NIVELACIÓN DE MATEMÁTICA APLICADA  
SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL CURSO DE PROCESAMIENTO  
DIGITAL DE SEÑALES DE LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DE LA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA DE LA UCSM –  
AREQUIPA – 2018”**

La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

| CATEGORIA                                                                                                     | CALIFICACIÓN                 | INDICADOR                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SUFICIENCIA</b><br>Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta. | 1. No cumple con el criterio | Los ítems no son suficientes para medir la dimensión                                                                                                               |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total                                                                         |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.                                                                                  |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | Los ítems son suficientes                                                                                                                                          |
| <b>CLARIDAD</b><br>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.        | 1. No cumple con el criterio | El ítem no es claro                                                                                                                                                |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas. |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.                                                                                   |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.                                                                                                             |
| <b>COHERENCIA</b><br>El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.            | 1. No cumple con el criterio | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión                                                                                                                  |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.                                                                                                            |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.                                                                                            |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.                                                                                 |
| <b>RELEVANCIA</b><br>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.                            | 1. No cumple con el criterio | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión                                                                                    |
|                                                                                                               | 2. Bajo Nivel                | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.                                                                           |
|                                                                                                               | 3. Moderado nivel            | El ítem es relativamente importante                                                                                                                                |
|                                                                                                               | 4. Alto nivel                | El ítem es muy relevante y debe ser incluido.                                                                                                                      |

| ASPECTOS ESPECÍFICOS                                                                                                           |                                                      |              |          |                                                                                               |            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|
| Dimensión                                                                                                                      | Ítem                                                 | Suficiencia  | Claridad | Coherencia                                                                                    | Relevancia | Observaciones |
| 1                                                                                                                              | 1.1                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 1.2                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
| 2                                                                                                                              | 2.1                                                  | 4            | 3        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 2.2                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
| 3                                                                                                                              | 3.1                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 3.2                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
| 4                                                                                                                              | 4.1                                                  | 3            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 4.2                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 3          |               |
| 5                                                                                                                              | 5.1                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 5.2                                                  | 4            | 4        | 3                                                                                             | 4          |               |
| 6                                                                                                                              | 5.3                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 5.4                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 6.1                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 6.2                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
|                                                                                                                                | 6.3                                                  | 4            | 4        | 4                                                                                             | 4          |               |
| ASPECTOS GENERALES                                                                                                             |                                                      |              |          |                                                                                               |            |               |
| Aspecto                                                                                                                        |                                                      | Si           | No       | Observaciones                                                                                 |            |               |
| El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario                                         |                                                      | X            |          |                                                                                               |            |               |
| Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación                                                                   |                                                      | X            |          |                                                                                               |            |               |
| Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial                                                                      |                                                      | X            |          |                                                                                               |            |               |
| El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir |                                                      | X            |          |                                                                                               |            |               |
| CONSIDERACIONES FINALES<br>(favor agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato)                          |                                                      |              |          |                                                                                               |            |               |
|                                                                                                                                |                                                      |              |          |                                                                                               |            |               |
| VALIDEZ                                                                                                                        |                                                      |              |          |                                                                                               |            |               |
| Aplicable                                                                                                                      | X                                                    | No Aplicable |          | Aplicable atendiendo a las observaciones                                                      |            |               |
| Instrumento validado por:                                                                                                      | Alberto Cáceres Huamba<br>Dr. en Ciencias Biomédicas |              |          | <br>Firma |            |               |
| Teléfono:                                                                                                                      | 959 644 237                                          |              |          |                                                                                               |            |               |
| Correo electrónico:                                                                                                            | acaceres@ucsm.edu.pe                                 |              |          |                                                                                               |            |               |



REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

| Graduado                                | Grado o Título                                                                                                                 | Institución                                                    |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | BACHILLER EN CIENCIAS BIOLÓGICAS<br>Fecha de diploma: 20/11/1998<br>Modalidad de estudios: -                                   | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416374 | MAESTRO EN CIENCIAS<br>BIOTECNOLOGÍA VEGETAL<br>Fecha de diploma: 05/05/2006<br>Modalidad de estudios: -                       | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | DOCTORADO EN CIENCIAS: BIOMÉDICAS<br>Fecha de diploma: 15/05/2009<br>Modalidad de estudios: -                                  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | BIOLOGO<br>Fecha de diploma: 12/01/2001<br>Modalidad de estudios: -                                                            | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA EN INVESTIGACIÓN<br>Fecha de diploma: 10/09/2014<br>Modalidad de estudios: -                       | UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA<br><i>PERU</i>            |
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | SEGUNDA ESPECIALIDAD EN LABORATORIO DE ANÁLISIS BIOLÓGICOS<br>Fecha de diploma: 05/08/16<br>Modalidad de estudios: PRESENCIAL  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| CÁCERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | MAESTRO EN CIENCIAS<br>CON MENCIÓN EN BIOTECNOLOGÍA VEGETAL<br>Fecha de diploma: 05/05/06<br>Modalidad de estudios: PRESENCIAL | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA<br><i>PERU</i> |
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | BACHILLER EN DERECHO<br>Fecha de diploma: 17/07/17<br>Modalidad de estudios: PRESENCIAL                                        | UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI<br><i>PERU</i>              |

| Graduado                                | Grado o Título                                                             | Institución                                       |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| CACERES HUAMBO, ALBERTO<br>DNI 29416379 | ABOGADO<br>Fecha de diploma: 27/03/18<br>Modalidad de estudios: PRESENCIAL | UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI<br><i>PERU</i> |

## ANEXO 5: PRUEBA DE CONOCIMIENTOS



**Prueba de Conocimientos de análisis y aplicación de la transformada Z**

4E08065 PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES APLICADO A LA MECATRÓNICA

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

NOTA

Código: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Sección/Grupo: \_\_\_\_\_

Indicaciones Generales:

- \* No se permite el uso de celular prendido durante el desarrollo del examen.
- \* No se permite el uso de calculadora programable, copias ni apuntes, ni pliegos de papel.

- \* No se permite respuestas escritas con lapicero rojo o lápiz.

\* **Duración:** 120 minutos

\* **Puntaje:** 20 pts

- 1.- Implemente un sistema digital, causal usando el menor número de retardos cuya respuesta impulsional sea la correspondiente al siguiente oscilador: (2 pts)

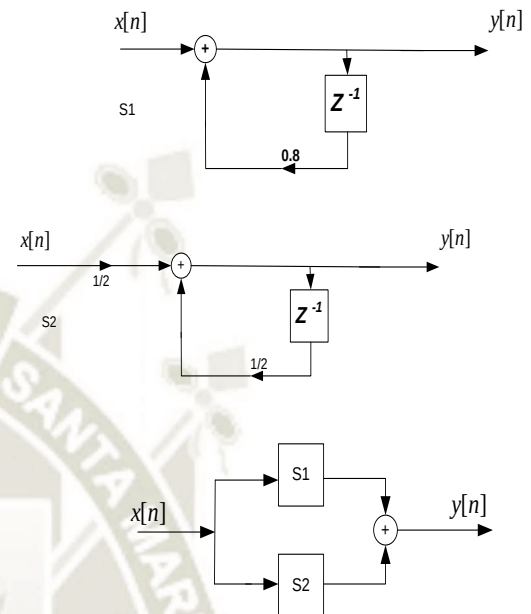
$$h[n] = \{1, 2, 3, 1, 2, 3, \dots\}$$



- 2.- Determine y dibuje la respuesta en frecuencia del siguiente filtro digital y describa su función: (2 pts)

$$y[n] + 0.9y[n - 1] = x[n - 1]$$

- 3.- Dados los sistemas LTI S1 y S2 definidos por los diagramas de bloques de las figuras siguientes, determinar la expresión general de la respuesta impulsional cuando son conectados según el diagrama de bloques mostrado. (4 pts)

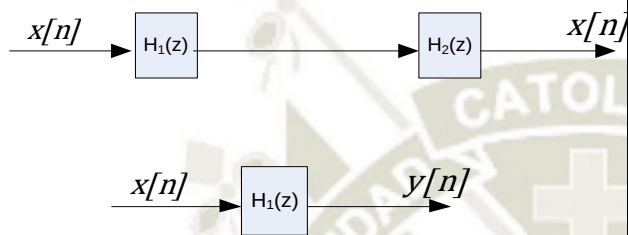


4.- Se tienen dos sistemas  $H_1(z)$  y  $H_2(z)$  tal que, para toda secuencia de entrada  $x[n]$ , se cumplen las relaciones mostradas en las figuras, donde

$$y[n] = \{1, 2, 1, 0, 1, 2, 1, 0 \dots \dots\}$$

Determine: (4 ptos)

- Las respuestas impulsionales  $h_1[n]$  y  $h_2[n]$ .
- La estabilidad de dichos sistemas.



- 5.- Queremos diseñar un sistema LTI causal en tiempo discreto con la propiedad de que si la entrada es: (4 pts)

$$x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n] - \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} u[n-1]$$

entonces la salida es:

$$y[n] = \left(\frac{1}{3}\right)^n u[n]$$

- Determinar la respuesta impulsional  $h[n]$  y la función  $H(z)$  de un sistema que satisfaga las condiciones precedentes.
- Encuentre la ecuación en diferencias que caracteriza al sistema.
- Determine una realización del sistema que requiera una cantidad de memoria lo menor posible.
- Determine si el sistema es estable.



- 6.- Usando la transformada Z, determine la respuesta total del sistema como la suma de la respuesta de estado cero y la respuesta de entrada cero del siguiente sistema: (4 ptos)

$$y[n] + y[n - 1] + 0.25y[n - 2] = 4(0.5)^n u[n]$$

si las condiciones iniciales son:

$$y[-1] = 6 \text{ y } y[-2] = -12$$



## FORMULARIO TRANSFORMADA Z

| Entrada | Señal | Transformada z | ROC |
|---------|-------|----------------|-----|
|---------|-------|----------------|-----|

### Secuencias finitas

|   |                   |                                 |            |
|---|-------------------|---------------------------------|------------|
| 1 | $\delta[n]$       | 1                               | toda z     |
| 2 | $u[n] - u[n - N]$ | $\frac{1 - z^{-N}}{1 - z^{-1}}$ | $z \neq 0$ |

### Señales causales

|    |                              |                                                                             |                  |
|----|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 3  | $u[n]$                       | $\frac{z}{z - 1}$                                                           | $ z  > 1$        |
| 4  | $\alpha^n u[n]$              | $\frac{z}{z - \alpha}$                                                      | $ z  >  \alpha $ |
| 5  | $(-\alpha)^n u[n]$           | $\frac{z}{z + \alpha}$                                                      | $ z  >  \alpha $ |
| 6  | $nu[n]$                      | $\frac{z}{(z - 1)^2}$                                                       | $ z  > 1$        |
| 7  | $n\alpha^n u[n]$             | $\frac{z\alpha}{(z - \alpha)^2}$                                            | $ z  >  \alpha $ |
| 8  | $\cos(n\Omega)u[n]$          | $\frac{z^2 - z \cos \Omega}{z^2 - 2z \cos \Omega + 1}$                      | $ z  > 1$        |
| 9  | $\sin(n\Omega)u[n]$          | $\frac{z \sin \Omega}{z^2 - 2z \cos \Omega + 1}$                            | $ z  > 1$        |
| 10 | $\alpha^n \cos(n\Omega)u[n]$ | $\frac{z^2 - \alpha z \cos \Omega}{z^2 - 2\alpha z \cos \Omega + \alpha^2}$ | $ z  >  \alpha $ |
| 11 | $\alpha^n \sin(n\Omega)u[n]$ | $\frac{\alpha z \sin \Omega}{z^2 - 2\alpha z \cos \Omega + \alpha^2}$       | $ z  >  \alpha $ |

### Señales anticausales

|    |                        |                                  |                  |
|----|------------------------|----------------------------------|------------------|
| 12 | $-u[-n - 1]$           | $\frac{z}{z - 1}$                | $ z  < 1$        |
| 13 | $-nu[-n - 1]$          | $\frac{z}{(z - 1)^2}$            | $ z  < 1$        |
| 14 | $-\alpha^n u[-n - 1]$  | $\frac{z}{z - \alpha}$           | $ z  <  \alpha $ |
| 15 | $-n\alpha^n u[-n - 1]$ | $\frac{z\alpha}{(z - \alpha)^2}$ | $ z  <  \alpha $ |

Tabla 17.2 Propiedades de la transformada z bilateral.

| Entrada | Propiedad                 | Señal               | Transformada z                                          |
|---------|---------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|
| 1       | Desplazamiento            | $x[n - N]$          | $z^{-N}X(z)$                                            |
| 2       | Reflexión                 | $x[-n]$             | $X\left(\frac{1}{z}\right)$                             |
| 3       | Anticausal                | $x[-n]u[-n - 1]$    | $X\left(\frac{1}{z}\right) - x[0]$ (para $x[n]$ causal) |
| 4       | Escala                    | $\alpha^n x[n]$     | $X\left(\frac{z}{\alpha}\right)$                        |
| 5       | Multiplicación por n      | $nx[n]$             | $-z \frac{dX(z)}{dz}$                                   |
| 6       | Multiplicación por coseno | $\cos(n\Omega)x[n]$ | $0.5 [X(ze^{j\Omega}) + X(ze^{-j\Omega})]$              |
| 7       | Multiplicación por seno   | $\sin(n\Omega)x[n]$ | $j0.5 [X(ze^{j\Omega}) - X(ze^{-j\Omega})]$             |
| 8       | Convolución               | $x[n] * h[n]$       | $X(z)H(z)$                                              |

## PROPIEDADES DE LA TRANSFORMADA Z UNILATERAL

Tabla 17.4 Propiedades únicas de la transformada z unilateral.

| Propiedad                     | Señal                                                                   | Transformada z unilateral                                                 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Desplazamiento a la derecha   | $x[n - 1]$                                                              | $z^{-1}X(z) + x[-1]$                                                      |
|                               | $x[n - 2]$                                                              | $z^{-2}X(z) + z^{-1}x[-1] + x[-2]$                                        |
|                               | $x[n - N]$                                                              | $z^{-N}X(z) + z^{-(N-1)}x[-1] + z^{-(N-2)}x[-2] + \dots + x[-N]$          |
| Desplazamiento a la izquierda | $x[n + 1]$                                                              | $zX(z) - zx[0]$                                                           |
|                               | $x[n + 2]$                                                              | $z^2X(z) - z^2x[0] - zx[1]$                                               |
|                               | $x[n + N]$                                                              | $z^N X(z) - z^N x[0] - z^{N-1}x[1] - \dots - zx[N - 1]$                   |
| Commutación periódica         | $x_p[n]u[n]$                                                            | $\frac{X_1(z)}{1 - z^{-N}}$ ( $x_1[n]$ es el primer periodo de $x_p[n]$ ) |
| Teorema del valor inicial:    | $x[0] = \lim_{z \rightarrow \infty} X(z)$                               |                                                                           |
| Teorema del valor final:      | $\lim_{n \rightarrow \infty} x[n] = \lim_{z \rightarrow 1} (z - 1)X(z)$ |                                                                           |

### RECUADRO DE REPASO 17.16

El desarrollo en fracciones parciales de  $Y(z) = X(z)/z$  depende de sus polos (raíces del denominador)

Raíces distintas:  $Y(z) = \prod_{m=1}^N \frac{P(z)}{z + p_m} = \sum_{m=1}^N \frac{K_m}{z + p_m}$ , donde  $K_m = (z + p_m)Y(z)|_{z=-p_m}$

Raíces repetidas:  $\frac{1}{(z + r)^k} \prod_{m=1}^N \frac{P(z)}{z + p_m} = \sum_{m=1}^N \frac{K_m}{z + p_m} + \sum_{n=0}^{k-1} \frac{A_n}{(z + r)^{k-n}}$ , donde  $A_n = \frac{1}{n!} \frac{d^n}{dz^n} [(z + r)^k Y(z)]|_{z=-r}$

Tabla 17.3 Transformada z inversa de algunos términos que aparecen en el desarrollo en fracciones parciales (PFE).

| Entrada                                                                                                                                        | Término del PFE de $X(z)$                                                                                         | Señal causal                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Nota: Para las secuencias anticausales, lo que se obtiene es la señal $-x[n]u[-n - 1]$ , donde $x[n]$ es la secuencia que aparece en la tabla. |                                                                                                                   |                                                                          |
| 1                                                                                                                                              | $\frac{z}{z - \alpha}$                                                                                            | $\alpha^n$                                                               |
| 2                                                                                                                                              | $\frac{z}{(z - \alpha)^2}$                                                                                        | $n\alpha^{n-1}$                                                          |
| 3                                                                                                                                              | $\frac{z}{(z - \alpha)^{N+1}}$ ( $N > 1$ )                                                                        | $\frac{n(n-1)\dots(n-N+1)}{N!} \alpha^{n-N}$                             |
| 4                                                                                                                                              | $\frac{z(C + jD)}{z - \alpha e^{j\Omega}} + \frac{z(C - jD)}{z - \alpha e^{-j\Omega}}$                            | $2\alpha^n [C \cos(n\Omega) - D \sin(n\Omega)]$                          |
| 5                                                                                                                                              | $\frac{zK \angle \phi}{z - \alpha e^{j\Omega}} + \frac{zK \angle -\phi}{z - \alpha e^{-j\Omega}}$                 | $2K\alpha^n \cos(n\Omega + \phi)$                                        |
| 6                                                                                                                                              | $\frac{z(C + jD)}{(z - \alpha e^{j\Omega})^2} + \frac{z(C - jD)}{(z - \alpha e^{-j\Omega})^2}$                    | $2n\alpha^{n-1} [C \cos((n-1)\Omega) - D \sin((n-1)\Omega)]$             |
| 7                                                                                                                                              | $\frac{zK \angle \phi}{(z - \alpha e^{j\Omega})^2} + \frac{zK \angle -\phi}{(z - \alpha e^{-j\Omega})^2}$         | $2K n \alpha^{n-1} \cos((n-1)\Omega + \phi)$                             |
| 8                                                                                                                                              | $\frac{zK \angle \phi}{(z - \alpha e^{j\Omega})^{N+1}} + \frac{zK \angle -\phi}{(z - \alpha e^{-j\Omega})^{N+1}}$ | $2K \frac{n(n-1)\dots(n-N+1)}{N!} \alpha^{n-N} \cos((n-N)\Omega + \phi)$ |

## ANEXO 6: CARTA SOLICITUD AUTORIZACIÓN DE EJECUCIÓN DE CUESTIONARIOS Y PROGRAMA DE NIVELACIÓN

**"IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA"**  
**"En la ciencia y en la Fe esta nuestra fuerza"**

Arequipa, a 22 de noviembre de 2019

**Carta N°04-JCCM-2019**

Sr. Dr.  
**CARLOS GORDILLO ANDÍA**  
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,  
Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica.  
Presente.-

**ASUNTO: Solicitud de ejecución de cuestionarios trabajo de  
investigación tesis de maestro en educación superior.**

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo y comunicarle que me encuentro realizando una investigación denominada "IMPACTO DE UN PROGRAMA DE NIVELACIÓN DE MATEMÁTICA APLICADA SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL CURSO DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES DE LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE AREQUIPA, 2019", motivo por el cual le solicito me brinde la autorización respectiva para poder aplicar los cuestionarios de la investigación y el desarrollo de un programa de nivelación académica a los estudiantes del VIII semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica.

Sin. otro particular, hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

  
Ing. JUAN CARLOS CUADROS  
MACHUCA  
Docente  
Escuela Profesional de  
Ing. Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica

22-11-2019  
RECIBIDO

*Autorizado.*

  
**CARLOS ALBERTO GORDILLO ANDÍA**  
INGENIERO MECANICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 30674



## ANEXO 7: MATRICES DE SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

| PRETEST     |                   |              |      |       |      |      |       |      | POSTEST   |             |                   |              |    |    |    |    |    |    |           |    |
|-------------|-------------------|--------------|------|-------|------|------|-------|------|-----------|-------------|-------------------|--------------|----|----|----|----|----|----|-----------|----|
|             |                   |              | 2    | 4     | 2    | 4    | 4     | 4    |           |             |                   | 2            | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  |    |           |    |
| Alum-<br>no | Experi-<br>mental | Con-<br>trol | P1   | P5    | P2   | P3   | P4    | P6   | PROME-DIO | Alum-<br>no | Experi-<br>mental | Con-<br>trol | P1 | P5 | P2 | P3 | P4 | P6 | PROMEDIO  |    |
| 1           | 1                 |              | 2    | 3     | 2    | 3    | 3     | 3    | 16        | -1          | 1                 | 1            | 1  | 4  | 2  | 3  | 4  | 3  | 17        |    |
| 2           | 2                 |              | 2    | 2     | 2    | 3    | 3     | 3    | 15        | -2          | 2                 | 2            | 1  | 4  | 2  | 3  | 4  | 3  | 17        |    |
| 3           | 3                 |              | 2    | 2     | 2    | 3    | 2     | 2    | 13        | -4          | 3                 | 3            | 2  | 4  | 2  | 3  | 4  | 2  | 17        |    |
| 4           | 4                 |              | 1    | 2     | 1    | 2    | 3     | 2    | 11        | -4          | 4                 | 4            | 2  | 3  | 2  | 3  | 4  | 1  | 15        |    |
| 5           | 5                 |              | 2    | 3     | 2    | 3    | 2     | 2    | 14        | -4          | 5                 | 5            | 1  | 3  | 2  | 4  | 4  | 4  | 18        |    |
| 6           | 6                 |              | 2    | 3     | 2    | 3    | 2     | 2    | 14        | -4          | 6                 | 6            | 1  | 3  | 2  | 4  | 4  | 4  | 18        |    |
| 7           | 7                 |              | 2    | 3     | 2    | 4    | 2     | 2    | 15        | -3          | 7                 | 7            | 2  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 18        |    |
| 8           | 8                 |              | 1    | 2     | 1    | 4    | 1     | 1    | 10        | -6          | 8                 | 8            | 1  | 2  | 2  | 4  | 3  | 4  | 16        |    |
| 9           | 9                 |              | 2    | 3     | 2    | 4    | 2     | 2    | 15        | -4          | 9                 | 9            | 1  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 19        |    |
| 10          | 10                |              | 2    | 3     | 2    | 3    | 2     | 2    | 14        | -5          | 10                | 10           | 1  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 19        |    |
| 11          | 11                |              | 1    | 4     | 2    | 3    | 4     | 4    | 18        | 0           | 11                | 11           | 2  | 4  | 1  | 4  | 3  | 4  | 18        |    |
| 12          | 12                |              | 1    | 4     | 1    | 3    | 4     | 4    | 17        | 0           | 12                | 12           | 2  | 4  | 1  | 3  | 3  | 4  | 17        |    |
| 13          | 13                |              | 1    | 2     | 1    | 2    | 3     | 4    | 13        | -4          | 13                | 13           | 2  | 4  | 1  | 2  | 4  | 4  | 17        |    |
| 14          | 14                |              | 2    | 3     | 2    | 4    | 2     | 2    | 15        | -4          | 14                | 14           | 2  | 4  | 2  | 3  | 4  | 4  | 19        |    |
| 15          | 15                |              | 1    | 1     | 1    | 2    | 1     | 4    | 10        | -7          | 15                | 15           | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 4  | 17        |    |
| 16          | 16                |              | 1    | 1     | 1    | 3    | 3     | 3    | 12        | -4          | 16                | 16           | 2  | 3  | 1  | 3  | 3  | 4  | 16        |    |
| 17          | 17                |              | 1    | 1     | 1    | 2    | 3     | 3    | 11        | -4          | 17                | 17           | 2  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 15        |    |
| 18          | 18                |              | 2    | 2     | 1    | 2    | 2     | 2    | 11        | -4          | 18                | 18           | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 15        |    |
| 19          | 19                |              | 2    | 2     | 2    | 2    | 2     | 2    | 12        | -5          | 19                | 19           | 2  | 4  | 1  | 3  | 3  | 4  | 17        |    |
| 20          | 20                |              | 2    | 4     | 2    | 3    | 4     | 4    | 19        | 1           | 20                | 20           | 2  | 4  | 2  | 3  | 3  | 4  | 18        |    |
| 21          | 21                |              | 2    | 3     | 2    | 4    | 2     | 2    | 15        | -4          | 21                | 21           | 2  | 4  | 2  | 4  | 3  | 4  | 19        |    |
| 22          | 22                |              | 2    | 2     | 1    | 3    | 1     | 3    | 12        | -5          | 22                | 22           | 2  | 4  | 2  | 4  | 3  | 2  | 17        |    |
| 23          | 23                |              | 1    | 2     | 1    | 2    | 3     | 3    | 12        | -4          | 23                | 23           | 2  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 16        |    |
| 24          | 24                |              | 1    | 2     | 1    | 2    | 3     | 3    | 12        | -4          | 24                | 24           | 2  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 16        |    |
| 25          | 25                |              | 1    | 2     | 1    | 2    | 2     | 2    | 10        | -4          | 25                | 25           | 2  | 1  | 2  | 4  | 3  | 2  | 14        |    |
| 26          | 26                |              | 1    | 2     | 1    | 1    | 3     | 3    | 11        | -5          | 26                | 26           | 2  | 2  | 2  | 4  | 3  | 3  | 16        |    |
| 27          | 27                |              | 2    | 4     | 2    | 3    | 2     | 2    | 15        | -3          | 27                | 27           | 2  | 4  | 2  | 4  | 3  | 3  | 18        |    |
| 28          | 28                |              | 2    | 2     | 2    | 2    | 2     | 2    | 12        | -5          | 28                | 28           | 2  | 4  | 2  | 4  | 3  | 2  | 17        |    |
| 29          | 29                |              | 2    | 2     | 2    | 3    | 3     | 3    | 15        | -1          | 29                | 29           | 2  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 16        |    |
| 30          | 30                |              | 2    | 1     | 2    | 3    | 3     | 1    | 12        | -4          | 30                | 30           | 2  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 16        |    |
| 31          | 31                |              | 2    | 2     | 1    | 3    | 3     | 1    | 12        | -3          | 31                | 31           | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15        |    |
| 32          | 32                |              | 2    | 2     | 2    | 3    | 1     | 3    | 13        | -2          | 32                | 32           | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15        |    |
| 33          | 33                |              | 2    | 2     | 2    | 1    | 3     | 1    | 11        | -4          | 33                | 33           | 2  | 3  | 2  | 4  | 2  | 2  | 15        |    |
| 34          | 34                |              | 2    | 4     | 2    | 3    | 3     | 3    | 17        | 0           | 34                | 34           | 2  | 3  | 2  | 4  | 4  | 2  | 17        |    |
| 35          | 35                |              | 2    | 4     | 2    | 4    | 4     | 2    | 18        | -2          | 35                | 35           | 2  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 20        |    |
| 36          | 36                |              | 2    | 4     | 2    | 4    | 4     | 2    | 18        | 0           | 36                | 36           | 2  | 3  | 2  | 4  | 3  | 4  | 18        |    |
| 37          | 37                |              | 2    | 3     | 1    | 3    | 3     | 3    | 15        | -3          | 37                | 37           | 2  | 4  | 2  | 4  | 2  | 4  | 18        |    |
|             |                   |              |      |       |      |      |       |      | 13.648649 |             |                   |              |    |    |    |    |    |    | 16.918919 |    |
|             |                   |              | 1.7  | 2.51  | 1.59 | 2.81 | 2.57  | 2.49 |           |             |                   |              |    |    |    |    |    |    |           |    |
|             |                   |              | 0.46 | -0.05 | 0.46 | 0.68 | -0.04 | 0.18 |           |             |                   |              |    |    |    |    |    |    |           |    |
| 38          | 1                 | 1            | 1    | 1     | 2    | 3    | 3     | 2    | 12        | -2          | 38                |              | 1  | 1  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2         | 14 |
| 39          | 2                 | 2            | 2    | 2     | 2    | 1    | 3     | 2    | 12        | -2          | 39                |              | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2         | 14 |
| 40          | 3                 | 3            | 2    | 2     | 2    | 3    | 3     | 2    | 14        | 0           | 40                |              | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2         | 14 |
| 41          | 4                 | 4            | 1    | 3     | 1    | 3    | 2     | 2    | 12        | -2          | 41                |              | 4  | 1  | 3  | 1  | 3  | 4  | 2         | 14 |

|                                  |    |    |   |   |   |   |   |   |             |    |    |    |   |   |   |   |   |             |    |
|----------------------------------|----|----|---|---|---|---|---|---|-------------|----|----|----|---|---|---|---|---|-------------|----|
| 42                               | 5  | 5  | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | 15          | 0  | 42 | 5  | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3           | 15 |
| 43                               | 6  | 6  | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 13          | 0  | 43 | 6  | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3           | 13 |
| 44                               | 7  | 7  | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 15          | -1 | 44 | 7  | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3           | 16 |
| 45                               | 8  | 8  | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 | 15          | -1 | 45 | 8  | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 3           | 16 |
| 46                               | 9  | 9  | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 14          | -2 | 46 | 9  | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4           | 16 |
| 47                               | 10 | 10 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 13          | -1 | 47 | 10 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4           | 14 |
| 48                               | 11 | 11 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 14          | -1 | 48 | 11 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4           | 15 |
| 49                               | 12 | 12 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 11          | 0  | 49 | 12 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2           | 11 |
| 50                               | 13 | 13 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 10          | -1 | 50 | 13 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2           | 11 |
| 51                               | 14 | 14 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 9           | -2 | 51 | 14 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2           | 11 |
| 52                               | 15 | 15 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 11          | 0  | 52 | 15 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2           | 11 |
| 53                               | 16 | 16 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 11          | -1 | 53 | 16 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3           | 12 |
| 54                               | 17 | 17 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 11          | -1 | 54 | 17 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3           | 12 |
| 55                               | 18 | 18 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 10          | -1 | 55 | 18 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2           | 11 |
| 56                               | 19 | 19 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 11          | 0  | 56 | 19 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2           | 11 |
| 57                               | 20 | 20 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 10          | 0  | 57 | 20 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2           | 10 |
| 58                               | 21 | 21 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 11          | 1  | 58 | 21 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2           | 10 |
| 59                               | 22 | 22 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 11          | -1 | 59 | 22 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4           | 12 |
| 60                               | 23 | 23 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 10          | -2 | 60 | 23 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4           | 12 |
| 1.22 2.565 1.13 2.13 2.609 2.304 |    |    |   |   |   |   |   |   | 11.95652174 |    |    |    |   |   |   |   |   | 12.82608696 |    |

|         |              |      | Promedio | Moda  | Mediana | Desviación estándar | Máx con DS | Mínimo con DS | Correctas | Incorrectas |
|---------|--------------|------|----------|-------|---------|---------------------|------------|---------------|-----------|-------------|
| Antes   | Diseño SST   | P1   | 1.50     | 2.00  | 1.50    | 0.50                | 2.00       | 1.00          | 31.00     | 29.00       |
|         |              | P2   | 2.53     | 2.00  | 2.00    | 0.87                | 3.41       | 1.66          | 11.00     | 49.00       |
|         | Analisis SST | P3   | 1.42     | 1.00  | 1.00    | 0.50                | 1.91       | 0.92          | 26.00     | 34.00       |
|         |              | P4   | 2.55     | 3.00  | 3.00    | 0.85                | 3.40       | 1.70          | 8.00      | 52.00       |
|         |              | P5   | 2.58     | 3.00  | 3.00    | 0.87                | 3.45       | 1.71          | 10.00     | 50.00       |
|         |              | P6   | 2.42     | 2.00  | 2.00    | 0.81                | 3.23       | 1.61          | 8.00      | 52.00       |
|         |              | Nota | 13.00    | 11.00 | 12.00   | 2.40                | 15.40      | 10.60         |           |             |
| Después | Diseño SST   | P1   | 1.58     | 2.00  | 2.00    | 0.50                | 2.08       | 1.09          | 36.00     | 24.00       |
|         |              | P2   | 3.10     | 3.00  | 3.00    | 0.77                | 3.87       | 2.33          | 21.00     | 39.00       |
|         | Analisis SST | P3   | 1.60     | 2.00  | 2.00    | 0.49                | 2.09       | 1.11          | 37.00     | 23.00       |
|         |              | P4   | 3.13     | 4.00  | 3.00    | 0.81                | 3.95       | 2.32          | 25.00     | 35.00       |
|         |              | P5   | 3.00     | 3.00  | 3.00    | 0.84                | 3.84       | 2.16          | 18.00     | 42.00       |
|         |              | P6   | 2.93     | 2.00  | 3.00    | 0.94                | 3.87       | 2.00          | 24.00     | 36.00       |
|         |              | Nota | 15.35    | 17.00 | 16.00   | 2.59                | 17.94      | 12.76         |           |             |

|                     | Antes     |           |           |           |           |           |             | Después   |           |           |           |           |           |             |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                     | <b>P1</b> | <b>P5</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P6</b> | <b>Nota</b> | <b>P1</b> | <b>P5</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P6</b> | <b>Nota</b> |
| Promedio            | 1.7       | 2.5       | 1.6       | 2.8       | 2.6       | 2.5       | 13.6        | 1.8       | 3.3       | 1.8       | 3.6       | 3.2       | 3.1       | 16.9        |
| Moda                | 2.0       | 2.0       | 2.0       | 3.0       | 3.0       | 2.0       | 15.0        | 2.0       | 4.0       | 2.0       | 4.0       | 3.0       | 4.0       | 17.0        |
| Mediana             | 2.0       | 2.0       | 2.0       | 3.0       | 3.0       | 2.0       | 13.0        | 2.0       | 3.0       | 2.0       | 4.0       | 3.0       | 3.0       | 17.0        |
| Desviación estándar | 0.5       | 0.9       | 0.5       | 0.8       | 0.9       | 0.9       | 2.5         | 0.4       | 0.7       | 0.4       | 0.5       | 0.6       | 1.0       | 1.4         |
| Máx con DS          | 2.2       | 3.4       | 2.1       | 3.6       | 3.4       | 3.4       | 16.2        | 2.2       | 4.1       | 2.2       | 4.2       | 3.9       | 4.1       | 18.3        |
| Mínimo con DS       | 1.2       | 1.6       | 1.1       | 2.0       | 1.7       | 1.6       | 11.1        | 1.4       | 2.6       | 1.5       | 3.1       | 2.6       | 2.1       | 15.5        |
| Correctas           | 25        | 7         | 22        | 7         | 5         | 5         |             | 30        | 17        | 31        | 24        | 13        | 18        |             |
| Incorrectas         | 12        | 30        | 15        | 30        | 32        | 32        |             | 7         | 20        | 6         | 13        | 24        | 19        |             |

|         |             | Promedio | Moda | Mediana | Desviación estándar | Máx con DS | Mínimo con DS | Correctas | Incorrectas |
|---------|-------------|----------|------|---------|---------------------|------------|---------------|-----------|-------------|
| Antes   | <b>P1</b>   | 1.7      | 2.0  | 2.0     | 0.5                 | 2.2        | 1.2           | 25        | 12          |
|         | <b>P5</b>   | 2.5      | 2.0  | 2.0     | 0.9                 | 3.4        | 1.6           | 7         | 30          |
|         | <b>P2</b>   | 1.6      | 2.0  | 2.0     | 0.5                 | 2.1        | 1.1           | 22        | 15          |
|         | <b>P3</b>   | 2.8      | 3.0  | 3.0     | 0.8                 | 3.6        | 2.0           | 7         | 30          |
|         | <b>P4</b>   | 2.6      | 3.0  | 3.0     | 0.9                 | 3.4        | 1.7           | 5         | 32          |
|         | <b>P6</b>   | 2.5      | 2.0  | 2.0     | 0.9                 | 3.4        | 1.6           | 5         | 32          |
|         | <b>Nota</b> | 13.6     | 15.0 | 13.0    | 2.5                 | 16.2       | 11.1          |           |             |
| Después | <b>P1</b>   | 1.8      | 2.0  | 2.0     | 0.4                 | 2.2        | 1.4           | 30        | 7           |
|         | <b>P5</b>   | 3.3      | 4.0  | 3.0     | 0.7                 | 4.1        | 2.6           | 17        | 20          |
|         | <b>P2</b>   | 1.8      | 2.0  | 2.0     | 0.4                 | 2.2        | 1.5           | 31        | 6           |
|         | <b>P3</b>   | 3.6      | 4.0  | 4.0     | 0.5                 | 4.2        | 3.1           | 24        | 13          |
|         | <b>P4</b>   | 3.2      | 3.0  | 3.0     | 0.6                 | 3.9        | 2.6           | 13        | 24          |
|         | <b>P6</b>   | 3.1      | 4.0  | 3.0     | 1.0                 | 4.1        | 2.1           | 18        | 19          |
|         | <b>Nota</b> | 16.9     | 17.0 | 17.0    | 1.4                 | 18.3       | 15.5          |           |             |