

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



### **UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN**

#### **PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS**

#### **TESIS:**

**APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS  
BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA  
CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LAS  
ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020.**

Para optar el Grado Académico de

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: EDUCACIÓN**

Presentada por:

**M.Cs. LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ**

Asesora:

**Dra. DORIS TERESA CASTAÑEDA ABANTO**

Cajamarca, Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 by  
**LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ**  
Todos los derechos reservados.

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



### **UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN**

#### **PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS**

##### **TESIS APROBADA:**

**APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS  
BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA  
CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LAS  
ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020.**

Para optar el Grado Académico de

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: EDUCACIÓN**

Presentada por:

**M.Cs. LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ**

##### **JURADO EVALUADOR**

Dra. Doris Teresa Castañeda Abanto  
Asesor

Dr. César Enrique Alvarez Iparraguirre  
Jurado Evaluador

Dr. Luis Enrique Zelaya De Los Santos  
Jurado Evaluador

Dr. Simón Alejandro Rodríguez Tejada  
Jurado Evaluador

**Cajamarca, Perú**

**2022**



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**MENCIÓN: EDUCACIÓN**

Siendo las ~~16:00~~ horas, del día 25 de noviembre del año dos mil veintidós, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el Dr. CÉSAR ENRIQUE ALVAREZ IPARRAGUIRRE, Dr. LUIS ENRIQUE ZELAYA DE LOS SANTOS, Dr. SIMÓN ALEJANDRO RODRÍGUEZ TEJADA y en calidad de Asesora, la Dra. DORIS TERESA CASTAÑEDA ABANTO Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020**; presentada por la Magister en Ciencias de la Educación Superior LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó ~~APROBAR~~..... con la calificación de ~~DECELENTE (1.8)~~..... **EXCELENTE**..... la mencionada Tesis; en tal virtud, la Magister en Ciencias de la Educación Superior LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Educación, Mención **EDUCACIÓN**

Siendo las ~~17:00~~ **17:45** horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....  
**Dra. Doris Teresa Castañeda Abanto**  
Asesora

.....  
**Dr. César Enrique Alvarez Iparraguirre**  
Presidente-Jurado Evaluador

.....  
**Dr. Luis Enrique Zelaya De Los Santos**  
Jurado-Evaluador

.....  
**Dr. Simón Alejandro Rodríguez Tejada**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación primero a mi amado padre: Emigdio Eduardo Bazán Rojas, ahora mi ángel en el cielo, quien inspiró mi formación y dedicación en la vida, como aliento y ejemplo constante. Asimismo, dedico este esfuerzo y oportunidad de aprendizaje a mi madre Any, a mi esposo Lucho, a mi hija Sophie y mi hijo Luis Angel, motores de mi vida, quienes me acompañan y motivan espléndidamente.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en forma especial a mis mentores, los doctores: Doris Castañeda Abanto, Ricardo Cabanillas Aguilar y Simón Rodríguez Tejada, quienes se convirtieron en guías y soportes académicos; agradezco a la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas por su participación y colaboración en el desarrollo de este sueño ahora hecho realidad; y finalmente, agradezco a mi equipo de trabajo del doctorado: Ivonne, Karina y Néstor.

## **EPÍGRAFE**

“No solo es fomentar emociones en clases, es lograr enseñar con emoción, al hacer diferente y curioso lo que se enseña, al convertir cualquier elemento en algo interesante y al despertar la atención de manera automática para aprender mejor”.

*Francisco Mora*

## Índice General

	Pág.
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento.....	vi
Epígrafe .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	xv
LISTA DE FIGURAS .....	xvii
Resumen .....	xx
Abstract .....	xxi
Introducción.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1    Planteamiento del problema .....	1
1.1.1    Contextualización .....	1
1.1.2    Descripción.....	2
1.2    Formulación del problema .....	3
1.2.1    Problema principal.....	3
1.2.2    Problemas derivados .....	3
1.3    Justificación de la Investigación.....	4
1.3.1    Justificación teórica .....	4
1.3.2    Justificación práctica.....	5
1.3.3    Justificación metodológica.....	5
1.4    Delimitación de la investigación .....	5
1.4.1    Epistemológica .....	5



1.4.2	Espacial .....	6
1.4.3	Temporal .....	6
1.5	Objetivos de la investigación .....	6
1.5.1	Objetivo general .....	6
1.5.2	Objetivos específicos .....	6
CAPÍTULO II.....		8
2	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1	Marco legal.....	8
2.2	Antecedentes de la investigación.....	8
2.2.1	A nivel internacional.....	8
2.2.2	A nivel nacional.....	14
2.2.3	A nivel local .....	15
2.3	Marco epistemológico de la investigación .....	15
2.4	Marco teórico - científico de la investigación .....	16
2.4.1	Teoría del procesamiento de información, neuroeducación y cultura.....	16
2.4.2	El Constructivismo, neuroeducación, pensamiento lógico y aprendizaje en ingeniería.....	24
2.4.3	Aprendizaje significativo de Ausubel y su impacto en la educación universitaria .....	26
2.4.4	Neurociencia del aprendizaje en el contexto educativo .....	30
2.4.5	Neuroeducación y las habilidades cognitivas para el aprendizaje universitario .....	35
2.4.6	Neuroeducación y neuro plasticidad en el aprendizaje universitario .....	36

2.4.7	Neurodidáctica y aprendizaje de asignaturas de Ingeniería .....	40
2.4.8	Los cuadrantes cerebrales, sus funciones dominantes y los estilos de aprendizaje.....	41
2.4.9	Los neurotransmisores en el aprendizaje universitario .....	43
2.4.10	Emociones en el pensamiento matemático y el aprendizaje universitario .....	44
2.4.11	Estrategias didácticas en el contexto universitario .....	45
2.4.12	Modos del pensamiento en el aprendizaje universitario .....	46
2.4.13	Sistemas de memoria para el aprendizaje universitario .....	48
2.4.14	El conectivismo en la educación remota en tiempos de la pandemia de COVID-19.....	49
2.4.15	Teoría de la Investigación de operaciones en el contexto de la Ingeniería.....	51
2.4.16	Metodología para el planteamiento de problemas de programación lineal (PL)	52
2.4.17	Modelo matemático para la programación lineal en ingeniería .....	52
2.4.18	Optimización de modelos matemáticos de programación lineal .....	54
2.4.19	Construcción del modelo matemático de programación lineal .....	55
2.5	Definición de términos básicos .....	58
CAPÍTULO III .....		59
3	MARCO METODOLÓGICO .....	59
3.1	Caracterización y contextualización de la investigación .....	59
3.1.1	Descripción del perfil de la Institución Educativa o red educativa. ....	59
3.1.2	Breve reseña histórica de la Institución Educativa o red educativa .....	59
3.1.3	Características demográficas y socioeconómicas.....	60

3.1.4	Características culturales y ambientales .....	60
3.2	Hipótesis de la investigación.....	61
3.3	Variables de investigación .....	62
3.4	Matriz de operacionalización de variables .....	63
3.5	Población y muestra.....	65
3.6	Unidad de análisis.....	66
3.7	Método de investigación .....	66
3.8	Tipo de investigación.....	66
3.9	Diseño de investigación .....	66
3.10	Técnicas e instrumentos de recopilación de información .....	67
3.11	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información .....	69
3.12	Validez y confiabilidad .....	69
CAPÍTULO IV .....		72
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	72
4.1	Matrices generales de resultados .....	72
4.2	Resultados por dimensiones de las variables de estudio.....	72
4.2.1	Pre test dimensión: identificación de variables .....	72
4.2.2	Pre test dimensión: definición de variables.....	74
4.2.3	Pre test dimensión: definición de función objetivo .....	76
4.2.4	Pre test dimensión: identificación y definición de restricciones .....	78
4.2.5	Pre test dimensión: obtención del modelo de PL .....	79
4.2.6	Post test dimensión: identificación de variables.....	81

4.2.7	Post test dimensión: definición de variables .....	83
4.2.8	Post test dimensión: definición de función objetivo .....	86
4.2.9	Posts test dimensión: identificación y definición de restricciones .....	88
4.2.10	Post test dimensión: obtención del modelo de PL.....	91
4.3	Resultados totales de la variable dependiente .....	99
4.3.1	Pre test.....	100
4.3.2	Post test 1 .....	101
4.3.3	Post test 2 .....	103
4.4	Prueba de hipótesis .....	105
4.4.1	Prueba de normalidad grupo de control pre test.....	105
4.4.2	Prueba de normalidad grupo control post test 1 .....	106
4.4.3	Prueba de normalidad grupo control post test 2 .....	108
4.4.4	Prueba de normalidad grupo experimental pre test .....	109
4.4.5	Prueba de normalidad grupo experimental post test 1 .....	110
4.4.6	Prueba de Normalidad grupo experimental post test 2 .....	111
4.4.7	Prueba de Normalidad para la diferencia de grupos del grupo control en post test 1.....	113
4.4.8	Prueba de Normalidad para la diferencia de grupos del grupo control en post test 2.....	114
4.4.9	Prueba de igualdad de promedios pre test.....	115
4.4.10	Prueba de hipótesis del grupo control (Pre Test y Post Test 1).....	116
4.4.11	Prueba de hipótesis del grupo control (Pre Test y Post Test 2).....	117

4.4.12	Prueba de hipótesis del grupo experimental (Pre Test y Post Test 1) .....	118
4.4.13	Prueba de hipótesis del grupo experimental (Pre Test y Post Test 2) .....	119
4.4.14	Prueba de hipótesis en grupos independientes .....	120
4.4.15	Prueba de hipótesis en grupos independientes post test 2.....	122
4.4.16	Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión identificación de variables.....	123
4.4.17	Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión definición de variables .....	124
4.4.18	Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión definición de función objetivo.....	126
4.4.19	Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión identificación y definición de restricciones.....	127
4.4.20	Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión obtención del modelo de PL.....	129
CONCLUSIONES .....		134
SUGERENCIAS .....		135
REFERENCIAS .....		136
APÉNDICES / ANEXOS.....		142
Apéndice 1. Instrumentos de Investigación.....		143
Rúbrica de evaluación.....		143
Prueba de conocimientos de Pre test y Post test.....		144
Prueba de conocimientos Post test 2.....		145
Ficha de evaluación .....		146
Apéndice 2: Fichas de validación de instrumentos .....		147

Apéndice 3: Confiabilidad de instrumentos.....	158
Apéndice 4: Programa de aplicación .....	160
Apéndice 5. Sesiones de Aprendizaje .....	175
Apéndice 6: Matrices generales de resultados .....	185
Anexo 1: Sílabo de la asignatura de Investigación de Operaciones en Ingeniería I .....	191
Anexo 2: Autorización de la EAPIS para el desarrollo de la investigación .....	198
Anexo 3: Conocimiento informado para estudiantes .....	199
Anexo 4: Gimnasia cerebral según Ibarra ( 1997) .....	200
Apéndice 7. Matriz de consistencia.....	207

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS MEMORIAS .....	18
<b>TABLA 2</b> ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN FUNCIÓN A LAS 8 ETAPAS DE GAGNÉ.....	23
<b>TABLA 3</b> MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	63
<b>TABLA 4</b> DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS POR SECCIONES Y ASIGNATURAS .....	65
<b>TABLA 5</b> DISEÑO DE INVESTIGACIÓN CUASI EXPERIMENTAL.....	67
<b>TABLA 6</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PRE TEST – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	73
<b>TABLA 7</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PRE TEST – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	74
<b>TABLA 8</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PRE TEST – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO .....	76
<b>TABLA 9</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PRE TEST – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES.....	78
<b>TABLA 10</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PRE TEST – DIMENSIÓN OBTENCIÓN DEL MODELO DE PL.....	80
<b>TABLA 11</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST– DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	81
<b>TABLA 12</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST– DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	84
<b>TABLA 13</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST– DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO.....	86
<b>TABLA 14</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST– DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES.....	89
<b>TABLA 15</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST– DIMENSIÓN OBTENCIÓN DE MODELO PL.....	91
<b>TABLA 16</b> RESULTADOS DE MEDIANAS CONSOLIDADAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	94
<b>TABLA 17</b> COMPARACIÓN DE PROMEDIO Y MEDIANA DE POST TEST 2 Y EVALUACIÓN FORMAL DE LAS ASIGNATURAS.....	97
<b>TABLA 18</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PRE TEST– VARIABLE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PL .....	100
<b>TABLA 19</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST 1– VARIABLE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PL .....	102
<b>TABLA 20</b> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL POST TEST 2– VARIABLE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PL .....	104
<b>TABLA 21</b> <i>ESTRATEGIAS DE ACTIVACIÓN DCS APLICADAS</i> .....	168

<b>TABLA 22</b> CRONOGRAMA DE ACCIONES DE ESDCS.....	172
<b>TABLA 23</b> PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESDCS .....	174



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	PROCESAMIENTO HUMANO DE LA INFORMACIÓN .....	17
<b>FIGURA 2</b>	MODELO BÁSICO DE APRENDIZAJE Y LA MEMORIA .....	21
<b>FIGURA 3</b>	CONSTRUCTIVISMO Y TIPOS DE APRENDIZAJE .....	29
<b>FIGURA 4</b>	ZONAS EXTERIORES MÁS IMPORTANTES DEL CEREBRO .....	31
<b>FIGURA 5</b>	SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CEREBRO HUMANO .....	32
<b>FIGURA 6</b>	SISTEMA DE ENSEÑANZA INTEGRAL PARA MEJORAR EL DESARROLLO CEREBRAL.....	33
<b>FIGURA 7</b>	LA NEUROEDUCACIÓN .....	37
<b>FIGURA 8</b>	ANATOMÍA DEL CEREBRO Y LAS EMOCIONES .....	38
<b>FIGURA 9</b>	CUADRANTES DEL MODELO DE HERRMANN .....	42
<b>FIGURA 10</b>	ETAPAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS.....	57
<b>FIGURA 11</b>	PASOS APLICADOS EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL .....	69
<b>FIGURA 12</b>	PROCESO APLICADO PARA LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS .....	70
<b>FIGURA 13</b>	PROCESO APLICADO PARA LA CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS .....	71
<b>FIGURA 14</b>	GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL PRETEST – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	73
<b>FIGURA 15</b>	GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL PRETEST – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	75
<b>FIGURA 16</b>	GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL PRETEST – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO .....	77
<b>FIGURA 17</b>	GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL PRETEST – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES.....	78
<b>FIGURA 18</b>	GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL PRETEST – DIMENSIÓN OBTENCIÓN DEL MODELO DE PL .....	80
<b>FIGURA 19</b>	GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 1 – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	82
<b>FIGURA 20</b>	GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 2 – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	82
<b>FIGURA 21</b>	GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 1 – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	84
<b>FIGURA 22</b>	GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 2 – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	85
<b>FIGURA 23</b>	GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 1 – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO.....	87

<b>FIGURA 24</b> GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 2 – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO.....	87
<b>FIGURA 25</b> GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 1 – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES.....	89
<b>FIGURA 26</b> GRÁFICO DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 2 – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES.....	90
<b>FIGURA 27</b> GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 1 – DIMENSIÓN OBTENCIÓN DE MODELO PL.....	92
<b>FIGURA 28</b> GRÁFICO DE BARRAS DE PUNTUACIONES EN EL POST TEST 2 – DIMENSIÓN OBTENCIÓN DE MODELO PL.....	92
<b>FIGURA 29</b> GRÁFICO DE LAS PUNTUACIONES OBTENIDAS EN LA VARIABLE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PL EN EL PRE TEST .....	100
<b>FIGURA 30</b> GRÁFICO DE LAS PUNTUACIONES OBTENIDAS EN LA VARIABLE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PL EN EL POST TEST 1 .....	102
<b>FIGURA 31</b> GRÁFICO DE LAS PUNTUACIONES OBTENIDAS EN LA VARIABLE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PL EN EL POST TEST 2 .....	104
<b>FIGURA 32</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO CONTROL PRE TEST .....	106
<b>FIGURA 33</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO CONTROL POST TEST 1 .....	107
<b>FIGURA 34</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO CONTROL POST TEST 2.....	108
<b>FIGURA 35</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO EXPERIMENTAL PRE TEST .....	109
<b>FIGURA 36</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO EXPERIMENTAL POST TEST 1.....	111
<b>FIGURA 37</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO EXPERIMENTAL POST TEST 2.....	112
<b>FIGURA 38</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO CONTROL – DIFERENCIA POST TEST 1 CON PRE TEST.....	113
<b>FIGURA 39</b> PRUEBA DE NORMALIDAD GRUPO CONTROL – DIFERENCIA POST TEST 2 CON PRE TEST.....	114
<b>FIGURA 40</b> PRUEBA DE IGUALDAD DE PROMEDIOS PRE TEST .....	116
<b>FIGURA 41</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS DEL GRUPO CONTROL (PRE TEST Y POST TEST 1).....	117
<b>FIGURA 42</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS DEL GRUPO CONTROL (PRE TEST Y POST TEST 2).....	118
<b>FIGURA 43</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS DEL GRUPO EXPERIMENTAL (PRE TEST Y POST TEST 1).....	119
<b>FIGURA 44</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS DEL GRUPO EXPERIMENTAL (PRE TEST Y POST TEST 2).....	120
<b>FIGURA 45</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST 1.....	121
<b>FIGURA 46</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST 2.....	122

<b>FIGURA 47</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	124
<b>FIGURA 48</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	125
<b>FIGURA 49</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST – DIMENSIÓN DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO .....	127
<b>FIGURA 50</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST – DIMENSIÓN IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES.....	128
<b>FIGURA 51</b> PRUEBA DE HIPÓTESIS EN GRUPOS INDEPENDIENTES POST TEST – DIMENSIÓN OBTENCIÓN DEL MODELO DE PL .....	130
<b>FIGURA 52</b> PROCESO DE APRENDIZAJE SEGÚN LA TEORÍA DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	161

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la influencia de la aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, para la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, en la Universidad Nacional de Cajamarca. La muestra fue no probabilística, igual a la población con 120 estudiantes divididos en grupo control y grupo experimental. El tipo de investigación fue explicativa. Los instrumentos de recolección de información fueron contruidos en base a las teorías de las variables de estudio y fueron validados por expertos, al pasar además por un análisis de confiabilidad con un alfa de 0.758 de valor aceptable. Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, luego se procedió a la prueba de igualdad de promedios y finalmente, la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó de manera significativa en la variable construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, al obtener en el post test, un  $p=0.000$  menor a 0.01 en la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney, de igual manera para las dimensiones: Identificación de variables ( $p<0.001$ ), Definición de variables ( $p=0.002$ ), Definición de la función objetivo ( $p<0.001$ ), Identificación y definición de restricciones ( $p<0.001$ ) y Obtención del modelo ( $p<0.001$ ), con  $p$  menores a 0.01, mostrando además una diferencia superior del 15% en el programa de estrategias didácticas basadas en Neuroeducación.

**Palabras clave:** Neuroeducación, Didáctica, Programación Lineal, Modelo Matemático

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the influence of the application of a program of didactic strategies based on neuroeducation, for the construction of linear programming models in the subjects of Operations Research, at the National University of Cajamarca. The sample was non-probabilistic, equal to the population with 120 students divided into control group and experimental group. The type of research was explanatory. The information collection instruments were constructed based on the theories of the study variables and were validated by experts, also going through a reliability analysis with an alpha of 0.758 of acceptable value. The Kolmogorov Smirnov normality test was applied, then the mean equality test was carried out and finally, the nonparametric Mann-Whitney U test. The application of the program of didactic strategies based on neuroeducation significantly influenced the variable construction of linear programming models in the subjects of Operations Research, obtaining in the post test, a  $p = 0.000$  less than 0.01 in the nonparametric Mann Whitney U test, in the same way for the dimensions: Identification of variables ( $p < 0.001$ ), Definition of variables ( $p = 0.002$ ), Definition of the objective function ( $p < 0.001$ ), Identification and definition of constraints ( $p < 0.001$ ) and Obtaining the model ( $p < 0.001$ ), with  $p$  less than 0.01, also showing a difference of more than 17% in the program of didactic strategies based on Neuroeducation.

**Keywords:** Neuroeducation, Didactics, Linear Programming, Mathematical Model

## INTRODUCCIÓN

En el presente informe se desarrolla la investigación sobre la aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación y su contribución a la construcción de modelos de programación lineal, en las asignaturas de Investigación de Operaciones, en la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2020. La problemática que se analiza se encuentra ubicada en el desarrollo de los contenidos de la primera unidad de la asignatura de Investigación de Operaciones en Ingeniería I, donde se conoce que la etapa más importante es la construcción correcta del modelo matemático, ya que solo así se asegura una solución y una toma de decisiones también correcta. Las estadísticas de los ciclos regulares 2018-1 y 2019-1 (UNC, 2022) del rendimiento académico de estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas muestran una media aprobatoria mínima (12 en escala vigesimal). Dado el creciente auge de las teorías de neuroeducación y su contribución al aprendizaje, se buscó desarrollar una propuesta didáctica en base la activación del cerebro a través de los dispositivos cognitivos superiores (DCS), de manera que el estudiante pueda lograr un aprendizaje significativo que tiene como base el funcionamiento cerebral como lo indica la teoría del procesamiento de información y el constructivismo. Para el desarrollo de la propuesta se hizo uso de diversas estrategias de neuroeducación, para la activación de la atención, la emoción, la memoria y la motivación (DCS), con un conjunto de posibilidades audiovisuales, secuencia de ejercicios mentales, elementos motivaciones, entre otros, que estuvieron presentes en los modos concentrado y difuso, en los que el cerebro aprende. En base al estudio aplicativo se consideraron dos grupos de estudio: control y experimental, con un diseño cuasi experimental, con 3 observaciones: Pre test, Post test 1 y Post test 2; la aplicación de las estrategias de neuroeducación se realizó en el ciclo regular 2020-I, a través de sesiones de aprendizaje remotas y con el uso de la plataforma SIA de la Universidad.

La estructura del informe comprende: el capítulo I con el problema de la investigación que incluye la descripción y formulación del problema, la justificación, la delimitación y los objetivos de la investigación; el capítulo II con el marco teórico que incluye el marco legal, epistemológico y teórico, los antecedentes y los términos básicos de la investigación; el capítulo III con el marco metodológico que incluye la caracterización, contextualización, hipótesis, variables, matriz de operacionalización,

población y muestra, unidad de análisis, métodos de investigación, tipo y diseño de investigación, técnicas de recopilación y procesamiento de información, la validez y la confiabilidad; en el capítulo IV se muestran los resultados y la discusión a nivel general, por dimensiones de las variables de estudio y las pruebas de hipótesis; se finaliza con las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

#### 1.1.1 Contextualización

Las teorías de la neuroeducación han contribuido en conocer y utilizar las nociones básicas sobre el sistema nervioso para el ámbito educativo, al potenciar el desarrollo de estrategias de neurodidáctica, en el manejo de las emociones relacionadas con el aprendizaje. Se vive una creciente necesidad en formación de docentes capaces de identificar el proceso interno de los estudiantes para el logro de aprendizajes significativos; ello implica el conocer los procesos mentales básicos y superiores para poder orientar el proceso de enseñanza aprendizaje. En educación superior, se requiere generar elementos que fortalezcan el aprendizaje de contenidos de nivel complejo con un alto nivel de abstracción para el logro de las asignaturas, la culminación y el ejercicio de su carrera profesional, con un aprendizaje que se reflejará positivamente a lo largo de toda su vida.

Durante la primera década del siglo XXI se ha dado una mejor integración entre el aprendizaje y el pensamiento, centrada en el estudio de la mente y el comportamiento humano, con la perspectiva neurocientífica, para el desarrollo de técnicas que permitan una mejor adaptación, un comportamiento más honesto, con mayor autocontrol y de mayor felicidad (Maldonado, 2015).

El aprendizaje en escenarios de estabilidad emocional facilita la actividad educacional, consecuentemente “El aprender sin emociones aburre y desmotiva” (Pérez, 2014, p. 129) lo cual, ha generado que los estudiantes no solo respondan asertivamente a los requerimientos académicos, sino también a los relacionados a la gestión de emociones para un óptimo equilibrio entre la vida profesional y familiar-social. Las emociones son consideradas un recurso indispensable dentro de la neuroeducación, donde es preciso que los estudiantes produzcan emociones y se involucren en una participación activa; según Polya (2014), las matemáticas son poco



populares desde la educación básica hasta la educación superior, por lo que, los profesores deberían enseñar a sus estudiantes de una forma amena y significativa para estimular el gusto por las matemáticas y la resolución de problemas, mediante la participación dinámica de los estudiantes, para estimular así el pensamiento, el ingenio, la creatividad y para lograr la solución de problemas reales.

En programación lineal, se utilizan los modelos matemáticos para elegir un curso de acción o alternativa en problemas de diferentes contextos para la toma de decisiones; estos constan de tres componentes lineales determinísticos: variables de decisión, el objetivo o meta que se necesita optimizar y las restricciones que se deben satisfacer. Lo que se busca es hallar el valor de las variables de decisión y su valor óptimo. Para Suñé, Fonollosa, Fernández y Sallán (2016), la construcción del modelo es un proceso difícil de sistematizar dada la variedad de situaciones y modelos similares. La construcción del modelo matemático es descrita por Guerrero (2017) en cinco pasos: 1) análisis de la información a partir de la formulación, 2) definición de variables, 3) establecimiento de la función objetivo, 4) determinación de las restricciones y 5) obtención del modelo matemático completo.

### **1.1.2 Descripción**

A nivel local, en los últimos reportes académicos de la Universidad Nacional de Cajamarca, los estudiantes presentaron limitaciones en la construcción de modelos de programación lineal, que se evidencian, cuando dado el caso de estudio, percibieron en forma poco eficiente los elementos del modelo, ya que los confunden, los omiten o si los identifican correctamente, no los interrelacionan de manera adecuada. Otro problema considerado es la falta de conocimientos básicos previos sobre matemática y ecuaciones lineales. Por el lado del docente, las estrategias universitarias convencionales aún permanecen vigentes, sin mayores cambios que el uso de nuevos medios tecnológicos, tales como: proyector multimedia, presentaciones multimedia, plataformas virtuales, entre otros. Sin embargo, las estrategias de enseñanza son prácticamente las mismas en su contenido. Esta situación genera un entrampamiento del aprendizaje, el cual, se ve reflejado en las calificaciones de los estudiantes, pues estos no logran construir modelos de programación lineal en forma eficiente, a pesar de ser de la carrera de Ingeniería de sistemas.

Las asignaturas de Investigación de operaciones inician con en el tema de programación lineal, donde la etapa de desarrollo más importante es la construcción de modelos matemáticos, ya que, si se tiene una definición incorrecta, su solución también lo será, así como las decisiones tomadas a partir de ella. Según los reportes estadísticos de los ciclos regulares 2018-1 y 2019-1(UNC, 2022) en la evaluación de la construcción de modelos de programación lineal, los estudiantes obtuvieron una media aprobatoria mínima, de 12 en la escala vigesimal. Más allá de la evaluación cuantitativa, se necesita abstraer las situaciones problemáticas, al comprender la realidad tal como se presenta y modelarla lo más exacta posible. La asignatura de Investigación de Operaciones es de nivel básico en el eje curricular: Modelos y unidades claves de la organización, por ello, se requiere fortalecer el nivel de desarrollo como base para el nivel intermedio y avanzado del eje, promoviendo así el logro del perfil del egresado en Ingeniería de Sistemas y los logros profesionales. En ese contexto, la neuroeducación permite aplicar una estrategia didáctica para buscar mejorar los resultados y el aprendizaje en los estudiantes.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema principal**

¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, para la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?

### **1.2.2 Problemas derivados**

¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la identificación de variables para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?

¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la definición de variables para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?

¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la definición de la función objetivo para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?

¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la identificación y definición de restricciones para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?

¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la obtención del modelo de programación lineal para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?

### **1.3 Justificación de la Investigación**

#### **1.3.1 Justificación teórica**

Los resultados de la investigación servirán para fortalecer las teorías sobre neurociencia en la educación, específicamente en la activación de los dispositivos cognitivos superiores: emoción, atención, memoria y motivación (dimensiones de la variable independiente), ya que existen escasos estudios sobre la aplicación de neuroeducación en el nivel universitario. Se desea validar las estrategias didácticas basadas en la neuroeducación a fin de asegurar la activación de los dispositivos cognitivos superiores del aprendizaje y así poder integrarlos en la construcción de modelos de programación lineal (variable dependiente) y sus dimensiones al incluir elementos novedosos que generen el aprendizaje significativo en los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

### **1.3.2 Justificación práctica**

Los resultados de la investigación se utilizarán para mejorar la práctica docente, al promover la utilización de estrategias didácticas basadas en neuroeducación para propiciar el aprendizaje significativo en los estudiantes, quienes requieren técnicas que faciliten la habilidad de construcción de modelos de programación lineal, en las asignaturas de Investigación de Operaciones en la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

### **1.3.3 Justificación metodológica**

Los resultados de la aplicación del programa de estrategias basadas en neuroeducación servirán para innovar los métodos y estrategias de asignaturas similares y en otras, relacionadas con la construcción de modelos de programación lineal, al mejorar su desarrollo en el aula y al establecer un referente replicable, con la utilización de instrumentos de evaluación en base a la experiencia de los estudiantes que cursan las asignaturas de Investigación de Operaciones en la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

## **1.4 Delimitación de la investigación**

### **1.4.1 Epistemológica**

La presente investigación se desarrolló teniendo en cuenta el paradigma positivista, porque el propósito fue obtener explicaciones numéricas, sujetas a interpretaciones estadísticas como señala Reza (1997), y el enfoque cuantitativo que permite la evaluación de la aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación para la construcción de modelos de programación lineal en los estudiantes que cursan las asignaturas de Investigación de Operaciones. Asimismo, se consideró este estudio dentro de la línea de Currículum, didáctica e interculturalidad, que establece la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca.

#### **1.4.2 Espacial**

La presente investigación se realizó en la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en la avenida Atahualpa N°1050, distrito y provincia de Cajamarca.

#### **1.4.3 Temporal**

Esta investigación abarcó un periodo de 24 meses, del 15 de setiembre del 2019 al 15 de setiembre del 2021.

### **1.5 Objetivos de la investigación**

#### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, para la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

#### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Determinar la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la *identificación de variables* para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.
2. Determinar la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la *definición de variables* para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.
3. Determinar la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la *definición de la función objetivo* para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

4. Determinar la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la *identificación y definición de restricciones* para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.
  
5. Determinar la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la *obtención del modelo de programación lineal* para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco legal

A nivel educativo, la educación se basa en la ley general de educación N°28044 que tiene por objetivo el dar los lineamientos generales del sistema de educación peruano, al indicar los deberes y derechos educativos relacionados con el Estado, las personas y la sociedad en general (Congreso de la República Peruana, 2003); en ese contexto, la educación es definida como un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollados a lo largo de toda la vida, al contribuir a la formación integral, al desarrollo de potencialidades, cultura, y desarrollo familiar.

A nivel de estudios superiores, la ley universitaria N°30220, establece la normatividad para la creación, el funcionamiento, la supervisión y el cierre de cualquier universidad peruana (pública o privada), que ayuda a promover la investigación, la cultura, la calidad y la mejora continua de las universidades; actualmente, el Ministerio de Educación es una entidad rectora universitaria (Congreso de la República Peruana, 2014). Se busca brindar una formación humanística, científica y tecnológica, para un contexto multicultural, dentro de una comunidad universitaria compuesta por docentes, estudiantes, egresados y grupos de interés que participan en ella.

#### 2.2 Antecedentes de la investigación

##### 2.2.1 A nivel internacional

En Ecuador, el estudio *Saber para aprender a aprender matemática: Neurodidáctica y estrategias de autorregulación emocional* de Plaza, Vélez, Rodríguez y Cevallos (2022), tuvo como fin analizar los principios de la neurodidáctica y los estilos de aprendizaje orientados a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a través de estrategias motivacionales, dado que la ansiedad y la falta de motivación han sido componentes característicos de crear dificultades en el

aprendizaje de estas asignaturas. El estudio concluyó en la necesidad de fortalecer el comportamiento motivante del docente en base a los requerimientos del estudiante de aprender con novedad, con un aprendizaje a partir de los intereses y actitudes, la participación activa, que propicia un ambiente para aprender matemática de manera significativa. Este antecedente fue considerado por la inclusión de la neurodidáctica, el aprendizaje significativo y la valoración de las emociones como elementos fundamentales en el aprendizaje de asignaturas de matemática como lo son los modelos matemáticos de programación lineal.

Rivera-Rivera (2019) en su estudio presentó una nueva propuesta: *El neuroaprendizaje en la enseñanza de las matemáticas*, en Puerto Rico, donde buscó dar énfasis al docente para lograr una mejor labor, con un aprendizaje basado en el cerebro, que optimiza su funcionamiento, al permitir potenciar: la atención, la memoria, el razonamiento y sobretodo las emociones, para una mejora en los procesos: educativos, psicológicos, y biológicos. La propuesta concluyó en la necesidad de nuevas estrategias para nuevos tiempos, que requieran preparación para un mundo de cambios y una inteligencia socioemocional, que deja de lado la desfasada transmisión de conceptos sin aplicaciones prácticas, que imposibilitan a los estudiantes el dar solución a los problemas de la vida. Este antecedente fue considerado por la inclusión del aprendizaje consciente o explícito y el aprendizaje metaconsciente o implícito, que se relacionan con el modo concentrado y el modo difuso del aprendizaje del cerebro, aplicados en la presente investigación.

El estudio de *Estructuras mentales en la construcción de aprendizaje significativo*, realizado en Ecuador por Valdivieso, Pincay, Pilligua y Cedeño (2019), tuvo como objetivo identificar la correlación entre las estructuras mentales y la aplicación de estrategias neurodidácticas en estudiantes de enfermería; se obtuvo una correlación de 0,038 que implicó la relación de las estrategias con el aprendizaje significativo, lo cual justifica y fortalece la aplicación de la neurodidáctica y la estimulación efectiva de las estructuras mentales, al hacer posible la activación del cerebro que promueve el aprendizaje significativo. Este estudio basa su análisis en los hemisferios cerebrales: el cortical izquierdo (racional), el límbico izquierdo (organizado), el cortical derecho (experimental), y el límbico derecho (sentimental). Este antecedente fue considerado



en virtud de la aplicación de estrategias neurodidácticas para la activación del cerebro que aprende.

En Chile, el estudio denominado *Manifestación emocional y modelación de una función matemática*, desarrollado por Díaz, Belmar y Poblete (2018), buscó identificar las emociones de los estudiantes en el modelamiento matemático de funciones lineales, al concebir al modelado matemático como la descripción del mundo real en elementos matemáticos; se encontró que existe una conexión entre el rendimiento y las emociones de los estudiantes, que muestra que a mayor emociones positivas, los estudiantes mejoran su rendimiento, y obtuvieron menor rendimiento aquellos estudiantes que manifestaron desinterés o emociones negativas. Se identificó una escala motivacional positiva alta de 37,5%, una escala motivacional moderada de 26,6% y un 35,8% de escala motivacional negativa. Este antecedente fue considerado por la inclusión de las emociones como satisfacción del estudiante para determinar su rendimiento.

El estudio realizado en Lituania por Brandišauskienė, Daugirdienė, Česnavičienė y Bruzgelevičienė (2020), *Exiting from the Low Learning Achievement: Neurodidactic Insights*, tuvo como objetivo la identificación de los aportes de la neurodidáctica en el bajo rendimiento, basándose en la neuroactivación del proceso de aprendizaje. Los resultados muestran que se falla en despertar el interés, los conocimientos adquiridos por los estudiantes no se conservan por mucho tiempo y no se utilizan cuando es necesario, como causas del bajo rendimiento. Se identificó una conexión en el aprendizaje basado en el cerebro, con la actividad cerebral del estudiante en el proceso de enseñanza, la atención, la conciencia, la memoria y la transferencia de información. Este antecedente se tuvo en cuenta por el uso de la neurodidáctica relacionada con el rendimiento académico.

Al-Balushi y Al-Balushi (2018), en su estudio: *Effectiveness of brain-based learning for grade eight students' direct and postponed retention in science* realizada en Omán, planteó como objetivo el examinar la efectividad del aprendizaje basado en el cerebro para la retención de los estudiantes en ciencias. El estudio fue de diseño cuasi experimental y los resultados indicaron que el grupo control superó al grupo experimental en un 11% en el pretest, mientras que en el post test, el grupo experimental superó al grupo de control en un 6%. Se concluyó que el efecto de

novedad desempeña un importante papel en los resultados. Se incluye este antecedente por el uso de estrategia de aprendizaje basado en la neurociencia para estudiantes universitarios.

En Colombia, Solís (2018) en su revisión documental y análisis cualitativo: *Aplicación de la neurodidáctica en la enseñanza de la carrera Estadística*, tuvo como objetivo el comprobar las razones de incluir la herramienta de neurodidáctica dentro del proceso de formación de los estudiantes. Se analizaron datos relacionados con la pertinencia y el uso de neurodidáctica en cinco universidades del país, para identificar si contribuye de manera significativa en los objetivos curriculares y al mejoramiento de las competencias cognitivas, actitudinales y comportamentales, por lo que es absolutamente pertinente la inclusión de herramientas de neurodidáctica a pesar de que actualmente no exista ninguna propuesta formal; se incluyó una propuesta pedagógica neurodidáctica entre los que se encuentra el aprendizaje basado en proyectos, simulación virtual y uso de software de análisis predictivo para incluir en la praxis de la asignatura. La inclusión de este antecedente se justifica por la revisión de la aplicación neurodidáctica a nivel universitario.

Ballesta-Claver, Blanco y Pérez (2021), en su estudio realizado en España: *A revisited conceptual change in mathematical-physics education from a neurodidactic approach: A pendulum inquiry*, tuvieron como objetivo el identificar las estrategias neurodidácticas para el desarrollo de competencias: sensibilización, atención, cooperación y evaluación, a través de un estudio cuasi experimental en asignaturas de matemática y física. Se obtuvo que la estrategia didáctica enfoca al estudiante activo y crítico, responsable de la construcción de su conocimiento, con diferencias individuales, y que al docente el dominio de teorías y estrategias didácticas basadas en desafíos planteados en un nuevo escenario universitario. Entre los resultados se tuvo que en el grupo experimental no se observaron diferencias significativas, solo un aumento del 9,28%, del 63,92% al 73,2%. Este estudio fue incluido como antecedente porque estudia las estrategias didácticas para el desarrollo de competencias.

Calatayud y Torres (2019), en su estudio: *La neurodidáctica y la evaluación formativa en Valencia*, España, presentaron los supuestos teóricos y las implicaciones metodológicas de las prácticas neuroevaluativas formativas, donde se constató que la evaluación que se vive dista bastante de los supuestos de neurociencia, por lo que, es

necesario realizar prácticas de excelencia que estimulen la generación de neurotransmisores, que garantiza sinapsis adecuadas en el cerebro de los estudiantes, y por ello es preciso que la formación del profesor apueste por técnicas que ayuden a los estudiantes a conocer lo que saben, y a dónde pueden llegar, al potenciar sus capacidades, al aprovechar sus capacidades al máximo y al buscar impregnar en la práctica los fundamentos neuroeducativos. Se incluyó este estudio como antecedente por la evaluación de las implicancias de las prácticas neurodidácticas.

En el estudio realizado en España: *Neuroeducación: Aportaciones de la neurociencia a las competencias curriculares*, Martínez-González, Rodríguez, Delgado y García-Hernández (2018), buscaron analizar la neurociencia para identificar los aportes en el desarrollo de las competencias curriculares, donde la activación de la atención y la memoria de trabajo en matemática, mejoran el rendimiento cognitivo en estudiantes con problemas de aprendizaje, al fortalecer la resolución de problemas y mejorar la toma de decisiones, por la alta dependencia emocional del alumno. Esta investigación fue considerada como antecedente para contrastar la realidad de la aplicación de la neuroeducación en asignaturas relacionadas con la matemática y su rendimiento.

En el estudio de Parra-Díaz, Vera-Bachmann y Vanzella-Castellar (2019), *Neuroeducation: Real contribution to learning or myth?*, realizado en México, identifica un conflicto de ciencias, donde señalan que la neurociencia es concebida como no adecuada para la instrucción ni para la evaluación educativa, al ser el crédito de los aportes de la psicología; sin embargo, se concluye que los docentes requieren formación docente en neurociencia, para conocer cómo aprende el cerebro y así lograr una enseñanza didáctica compatible al desarrollo cognitivo en los estudiantes. Es importante concebir la neuroeducación como colaboración interdisciplinaria de: neurociencia cognitiva, psicología cognitiva y didáctica, sin jerarquías de conocimiento y en busca de los mejores aprendizajes. Este antecedente es importante incluir porque se requiere identificar la influencia de la neuroeducación en las actividades de enseñanza aprendizaje para su posterior contrastación.

En Ecuador, Benavidez y Flores (2019), en su estudio: *La importancia de las emociones para la neurodidáctica*, tuvieron como objetivo identificar la importancia de las emociones para la neurodidáctica, obtuvieron que las emociones son básicas

para el logro de aprendizajes duraderos y fundamentales para la neurodidáctica, el uso de estrategias de aprendizaje que tomen en cuenta el desarrollo de emociones ya sea por parte de los docentes como de los estudiantes. Concluyeron también que los docentes deben manejar las estrategias didácticas basadas en cómo aprende el cerebro, en la neuroeducación y la neurodidáctica; además se indicó que las estrategias didácticas más efectivas están relacionadas con la neuroeducación, basándose en actividades que permiten la reflexión del cómo se aprende, ejercicios que toman en cuenta el interés de los estudiantes, al despertar la atención y la motivación intrínseca, al propiciar aprendizajes más duraderos. La inclusión de este antecedente se debe al estudio de emociones como parte de la neurodidáctica.

Roman y Poenitz (2018), en su estudio realizado en Argentina: *La neurociencia aplicada a la educación: aportes, desafíos y oportunidades en América Latina*, buscaron identificar los aportes principales, los desafíos y las oportunidades de la neurociencia en la construcción de las bases de la reforma de sistemas educativos de América Latina. Concluyeron que un sistema educativo basado en neurociencias es un sistema inclusivo; los docentes calificados y competentes en la sociedad del siglo XXI deben estar actualizados en conocimientos sólidos sobre neurociencias cognitivas para enfrentar expectativas más altas y complejas para ayudar a los estudiantes en alcanzar su potencial pleno. Este antecedente fue considerado por la aplicación de neurociencia en la educación superior.

En Brasil, Falconi, Alajo, Cueva, Mendoza, Ramírez y Palma (2018), en su estudio: *Las neurociencias, una visión de su aplicación en la educación, tuvieron como objetivo el identificar la aplicación de las neurociencias y su relación con la pedagogía*, concluyeron que la neuroeducación se aplica para la innovación pedagógica y en la evolución de los sistemas educativos, al lograr entender la transformación que se da en el cerebro tanto del docente como del estudiante, en la forma de ver las cosas; un factor clave es la comprensión a través de la planificación del aula, actitudes, palabras y emociones, al ejercer influencia en el desarrollo del cerebro y en la forma que aprendan. Con respecto a la neurodidáctica, permite la selección adecuada de estrategias metodológicas y su mejora consecuente en los procesos de aprendizaje. Este estudio identifica la aplicación de neurociencias en la pedagogía por lo que fue considerado como antecedente.

### 2.2.2 A nivel nacional

Romero (2018), en su artículo: *¿Qué nos brinda la neuroeducación para un mejor proceso enseñanza - aprendizaje?*, realizada en Lima, tuvo como objetivo analizar una propuesta basada en neurociencia y neuropedagogía que permitiera la comprensión del procesos de aprendizaje para la renovación de estrategias didácticas. Se destacó los ritmos de aprendizaje, la presencia de sinapsis, la inteligencia emocional, la alimentación, el ejercicio y la activación del cerebro, todo ello en busca del aprendizaje significativo. El estudio fue incluido como antecedente por la propuesta de neuroeducación y el aprendizaje emocional como factores de un aprendizaje significativo.

Vigo (2019), en su tesis doctoral: *Modelo metodológico de neuroestrategias para la comprensión lectora inferencial en estudiantes de educación primaria*, en Lambayeque, desarrolló un modelo metodológico de neuroestrategias basado en teorías de sistemas y modificabilidad del individuo. Entre los resultados se identificó un deficiente nivel, al presentar dificultades con un promedio de 64%. En función de las dificultades en la evaluación de comprensión lectora, se fundamenta la aplicación del modelo basado en neuroestrategias, que ayuda al proceso aprehensivo en la lectura. Esta investigación fue considerada como antecedente por su modelo en neuroestrategias en la educación.

Tacca et al. (2019), en su estudio de *Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios*, realizado en Lima, tuvo como objetivo identificar la relación entre estrategias neurodidácticas con la satisfacción y el rendimiento. Los resultados mostraron la correlación positiva entre las estrategias neurodidácticas con la satisfacción y el rendimiento. Los tipos de estrategias usadas con mayor correlación fueron las orientadas a la emoción. Los resultados de la investigación muestran la existencia de una correlación positiva entre las estrategias neurodidácticas con el rendimiento académico (0,72), que afirma que esta didáctica responde a nuevos requerimientos. Esta investigación se relaciona con las variables de estudio y por ello comprende los antecedentes de este informe.

### **2.2.3 A nivel local**

En Cajamarca, la investigación doctoral de Cabanillas (2009) : *Propuesta metodológica de estimulación del potencial de la mente bilateral para el mejoramiento de la creatividad literaria de los estudiantes de educación superior*, fue un estudio experimental basado en la teoría diádica de Roger Sperry y los aportes de la Dra. Linda VerLee Williams. La investigación reveló que el mayor potencial de dominancia y equilibrio de la mente bilateral se orienta hacia el hemisferio derecho (pensamiento creativo). Este estudio a pesar de no ser reciente muestra su aporte e interés en aspectos relacionados con la neurociencia en el ámbito local y fue considerado como antecedente por la inclusión del estudio mental como mejora al proceso educativo.

### **2.3 Marco epistemológico de la investigación**

En el presente estudio se consideró el paradigma Positivista, a través de la medición, análisis estadístico e interpretación de resultados de hechos reales universitarios expresados dentro del proceso de aprendizaje, para aplicar el rigor lógico a la recolección y tratamientos de los datos que evidencien la realidad tal como se observa. Para Comte, citado por Pacho (2014), Positivismo equivale a útil y es un requisito metodológico partir de hechos positivos, característica esencial de la ciencia moderna donde el espíritu científico positivo es expresado en rasgos de precisión y exactitud de algunas leyes en el mundo y los hechos, al dar lugar al conocimiento de un mundo más seguro pero limitado, social y humanamente útil.

Los seres humanos que vivieron antes dejaron gran información para referencia. El positivismo según Kolakowski (1993), es una postura filosófica humana, que resuelve problemas sobre la adquisición del saber, ciencia, información y conocimiento. Las principales reglas exigen la distinción entre el contenido real de los datos de los fenómenos y las percepciones. La filosofía del positivismo logra establecer una forma de pensamiento y de actuación, para constituir una visión del mundo (Gutiérrez, 2002).

Según los positivistas, “las matemáticas son las que constituyen el verdadero punto de partida de toda educación científica y racional, ya se trate de una educación general

o especializada” (p. 100). El hombre, difícilmente puede ser abordado en todas sus manifestaciones, porque la imparcialidad se observa solo fuera de él. La observación constante logra descubrir las leyes que rigen los fenómenos observados; la experiencia abastece la fuente del conocimiento, y por ello, es importante la comparación entre hechos para establecer sus características (Reza, 1997).

En este contexto, el enfoque cuantitativo se aplicará en fenómenos de la realidad de interés, con características y dimensiones definidas que se pueden medir y cuantificar, a partir de volúmenes aceptables de datos e información estructurada, donde se cumplan controles para su validación, confiabilidad y representatividad como soporte al análisis estadístico de la comprobación de hipótesis (Ispizua y Lavia, 2016).

Los aspectos indicados anteriormente se aplicaron en este estudio donde se evaluaron aspectos en condiciones cuantitativas, en base a la precisión de los conceptos para su análisis e interpretación, al identificar una investigación de carácter experimental para su comparación en una realidad universitaria.

## **2.4 Marco teórico - científico de la investigación**

En general, las teorías educativas que orientan el desarrollo del presente estudio, relacionado con la neuroeducación y la construcción de los modelos matemáticos son: la teoría del procesamiento de información y el constructivismo, ya que orientan el logro del aprendizaje significativo y explican la estructura y conexiones que realiza el cerebro para en la formación de estudiantes universitarios, conocimiento basado en la abstracción y el pensamiento lógico.

### **2.4.1 Teoría del procesamiento de información, neuroeducación y cultura**

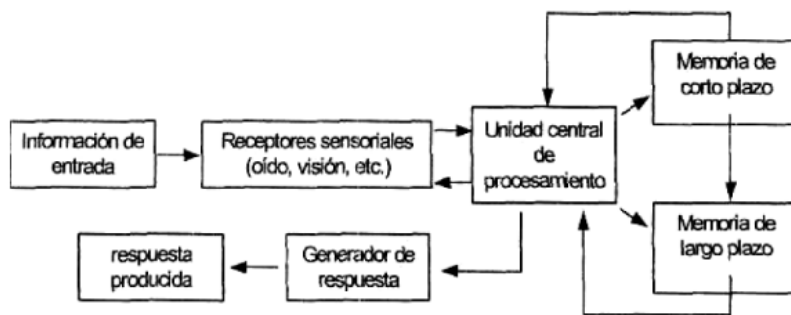
El identificar una estructura de procesamiento similar al proceso que realiza el cerebro humano, requiere el análisis de los componentes e interacciones de la teoría de Gagné (1987) del procesamiento de información, que son descritos en términos de memorias: largo plazo, corto plazo y memoria de trabajo, elementos fundamentales en el aprendizaje de una carrera universitaria como la Ingeniería de Sistemas.

Cada estudiante universitario utiliza la memoria humana con la capacidad de almacenar ideas que se adquieren, ubicándolas en diferentes sistemas: 1) Almacenes

sensoriales, 2) Memoria a corto plazo y 3) Memoria a largo plazo; basándose en esta organización se identifica la teoría de cognición del proceso de aprendizaje en equivalencia con el proceso computacional con un CPU (procesador central) que controla la máquina, la memoria que almacena programas, datos e información, y un sistema E/S (entradas y salidas) que permite la comunicación entre los periféricos. El diagrama de la Figura 1 muestra el proceso cognoscitivo en la teoría del procesamiento de la información computacional (Tovar, 2001). Esta estructura computacional aspira como ideal el lograr un comportamiento análogo al cerebro en el aprendizaje, y por ello se relaciona con la neuroeducación. Un estudiante de Ingeniería de Sistemas desde su selección e ingreso a la carrera, debe mostrar un nivel intermedio-avanzado en aptitud académica (razonamiento verbal y razonamiento matemático) porque se requiere un alto nivel de abstracción de la problemática que va a modelar con un pensamiento crítico en su solución.

**Figura 1**

*Procesamiento humano de la información*



*Nota.* Fuente: Tovar (2001).

El uso de las memorias de trabajo y de largo plazo, poseen características propias que las diferencian con respecto a su capacidad, duración, almacenamiento, naturaleza y pérdida de información (Tabla 1). Ambas clasificaciones forman parte del aprendizaje en la ingeniería, en el aprendizaje de conocimientos nuevos, relacionados, adaptados, aplicados y actualizados.



**Tabla 1**  
*Características básicas de las memorias*

<b>Características</b>	<b>Memorias De trabajo (corto plazo)</b>	<b>Largo plazo</b>
Capacidad	Limitada	Ilimitada
Duración	Relativa	Permanente
Almacenamiento	Por repetición y repaso	Por organización
Codificación	Fonémica o visual	Semántica, procedimental o imaginal
Pérdida de información	Por decaimiento, por desplazamiento de nueva información o interferencia de otra información	Por fallas en la recuperación o interferencia de otra información

*Nota.* Fuente: Hernández Rojas (2018)

Si bien los elementos del modelo del procesamiento de la información buscan alcanzar al cerebro como estructura ideal, se puede observar que es un referente solo estructural, de elementos básicos que incluyen las entradas, los procesos para el almacenamiento y consulta, la memoria de trabajo, la memoria de largo plazo y las salidas como respuestas del proceso de aprendizaje; esta teoría busca a través de las tecnologías de información y el software de aprendizaje, mejorar su conocimiento y relación al razonamiento humano y sus procesos internos, que actualmente siguen siendo solo intentos incomparables al funcionamiento complejo y real del cerebro.

### **Memoria a corto plazo en un estudiante universitario**

La memoria a corto plazo o memoria de trabajo es utilizada por un estudiante universitario con conciencia inmediata y tiene a su cargo el mantener y recuperar la información por periodos breves, inmediatamente a la atención al estímulo y su percepción en el aprendizaje. La información de entrada que se recibe permanece activa en un lapso corto y para su procesamiento se requiere el repaso y la relación con la memoria a largo plazo, que en la universidad se presenta en las prácticas y aplicaciones de ingeniería repetitivas. Esta memoria si no tiene un buen aprendizaje, es de inestabilidad y puede perderse con rapidez. La capacidad de la memoria de trabajo es limitada, para pequeñas cantidades de información, pudiendo aumentar con la agrupación o combinación que aporte significado. Los procesos ejecutivos de control orientan las entradas, salidas y el procesamiento de la información en la memoria de trabajo buscando repasar, predecir, verificar, supervisar y en la búsqueda

de la metacognición. Por lo mencionado, no se debe sobrecargar la memoria de trabajo de los estudiantes en ingeniería con desmedido material o excesiva rapidez, aspecto que debe ser tenido en cuenta desde la planificación hasta el desarrollo de contenidos universitarios (Schunk, 2012).

### **Memoria a largo plazo en un estudiante universitario**

La información en la memoria a largo plazo del estudiante universitario depende de la repetición y proximidad con los hechos o ideas, para establecer de manera sólida su representación en memoria. Esta memoria se representa por estructuras de asociación cognoscitiva. El almacén de conocimientos de esta memoria identifica niveles de detalle exactos; la memoria de episodios incluye momentos y lugares personales, mientras que la memoria semántica guarda conceptos del entorno general, conocimiento y habilidades aprendidos; la combinación de la memoria episódica y semántica suele ocurrir a menudo durante el aprendizaje. Se diferencia la memoria declarativa como el recordar nuevos hechos; la memoria procedimental guarda las destrezas, instrucciones e idiomas, almacenándose de manera gradual con la práctica. La memoria a largo plazo puede ser almacenada visual o verbalmente, de acuerdo a su modo de preferencia, facilidad o implicancia académica universitaria (Schunk, 2012).

Al conocer cada componente dentro del modelo de procesamiento de información del estudiante en ingeniería, es posible comprender el camino que sigue la información a través de sus sistemas, desde la percepción y registro (sentidos), seguidos por la transmisión de la información importante a la unidad central, previo análisis y selección ulterior, y con la debilitación y el desvanecimiento de la información no importante (Tovar, 2001).

La unidad central de procesamiento investiga rápidamente en la memoria a largo plazo si es que ya existen estructuras relacionadas con la información adquirida recientemente; de encontrarse esta relación se realiza la integración con la estructura de conocimiento identificada; si no se puede relacionar con ninguna estructura, se realiza una división entre el tipo de información con posibilidad de significado general en la memoria de corto plazo, o en el tipo de información a recordar y almacenar en la memoria de largo plazo como una nueva estructura. Es importante enfatizar que la información a ser recordada se repite en forma activa en la memoria de corto plazo

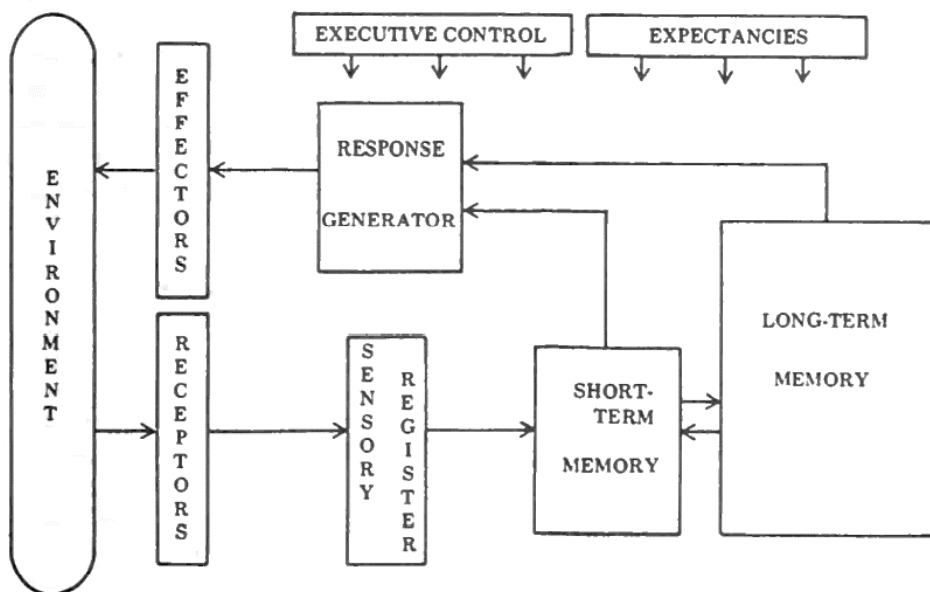
como repaso para posteriormente ser almacenada en la memoria de largo plazo importante (Tovar, 2001).

La teoría del procesamiento de información proviene de una explicación psicológica del aprendizaje, de orientación científica y cognitiva con el aporte de la síntesis de las teorías informáticas y de las comunicaciones. Al estudiante universitario se lo identifica como el agente procesador o procesador activo de información-experiencias, quien recibe información de su contexto para su elaboración y actuación a través de un sistema complejo de procesos internos cognitivos. En este sistema, las estructuras que participan son: el registro sensitivo, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. El registro sensitivo es el encargado de la recepción de la información interna/externa; la memoria a corto plazo asume el almacenar brevemente la información que se seleccione; y la memoria a largo plazo refiere la organización y mantenimiento de la información por un periodo más largo. Las categorías de la teoría del procesamiento de información son: 1) Atención, 2) Codificación, 3) Almacenamiento y 4) Recuperación. Estas categorías se pueden observar en el contexto universitario donde la categoría de atención se encarga de recibir, seleccionar y asimilar estímulos, mientras que la categoría de codificación elabora la simbología de aquellos estímulos a partir de cada estructura mental (física, semántica o cultural); la categoría de almacenamiento busca retener organizadamente aquella simbología que se codificó; finalmente, la categoría de recuperación utiliza la información que se organizó y codificó (Gagné, 1987).

Según Gagné, Briggs y Wager (1992), esta teoría del aprendizaje implica una serie de procesos internos que ocurren durante el aprendizaje de un estudiante en ingeniería, concibiendo la instrucción como un conjunto de eventos externos que apoyan los procesos internos del aprendizaje. Los procesos de aprendizaje son: la recepción de estímulos por los receptores, el registro de información sensorial, la percepción selectiva para el almacenamiento en memoria a corto plazo (STM), el ensayo para mantener la información en STM, la codificación semántica para almacenamiento en memoria a largo plazo (LTM), la recuperación de LTM a la memoria de trabajo (STM), la generación de respuestas a los efectores, el desempeño en el entorno del alumno y el control de procesos a través de estrategias ejecutivas que se muestra en la Figura 2.

**Figura 2**

*Modelo básico de aprendizaje y la memoria*



*Nota.* Fuente: Gagné, Briggs y Wager (1992)

Los eventos que involucran los procesos anteriores dentro del contexto universitario son: 1) Llamar la atención para asegurar la recepción de estímulos (motivación por parte del docente), 2) Informar el objetivo de aprendizaje a los alumnos (declaración del logro de la sesión o unidad), 3) Recordarles a los estudiantes universitarios el contenido aprendido previamente para recuperarlo de LTM (recuperación de conocimientos previos), 4) Presentación clara y distintiva del material para garantizar una percepción selectiva (desarrollo de contenidos de la sesión), 5) Orientación del aprendizaje mediante una codificación semántica adecuada (uso de terminología y aplicación sobre el tema), 6) Obtención del rendimiento que implica la generación de respuestas (evaluación del aprendizaje), 7) Proporcionar comentarios sobre el desempeño (preguntas, comentarios y observaciones por el docente), 8) Evaluar el desempeño que implica ocasiones de retroalimentación de respuestas adicionales (retroalimentación), y 9) Organizar una variedad de prácticas para ayudar a la futura recuperación y transferencia de conocimientos (Gagné, Briggs y Wager, 1992).

Este modelo de procesamiento se incluye por la comparación del procesamiento de información con el procesamiento humano para la construcción a partir de los conocimientos existentes, dentro de las estructuras cognitivas mentales, que pueden

ser entendidas como un ordenador complejo o como una máquina inteligente. Los avances en la tecnología de las computadoras y las neurociencias influyen en este procesamiento, sin embargo es importante enfatizar que el ordenador lleva aproximadamente 80 años de evolución frente a 450 millones de años del cerebro humano (Lucas, 2019; Rosales-Reynoso et al., 2018).

La teoría de Gagné, para el proceso de aprendizaje en ingeniería, identifica ocho etapas para estructurar las secuencias de la didáctica universitaria: 1) Motivar, 2) Comprender, 3) Adquirir, 4) Retener, 5) Rememorar, 6) Generalizar, 7) Actuar y 8) Reforzar; cada etapa incorpora un proceso psicológico teniendo en cuenta aspectos internos y externos: a) Expectativa, b) Atención o Percepción selectiva, c) Codificación, d) Almacenamiento, e) Recuperación, f) Transferencia, g) Respuesta y h) Estimulación, que pasan por una adaptación según la clasificación de aprendizaje (Duffé, 2003).

Esta estructura de procesamiento de información da una idea transformacional del conocimiento universitario dentro de la aplicación de estrategias de neuroeducación, al configurar los estudios previos como entradas y el nuevo conocimiento como salida; todos los elementos de configuración del procesamiento de información se identificaron en el programa de aplicación de la presente investigación, teniendo en cuenta los contenidos programados en el plan de estudios de la asignatura que incluye la construcción de modelos matemáticos de programación lineal.

En la motivación de los jóvenes universitarios se inician las condiciones para empezar con el aprendizaje, buscando captar la atención del estudiante; este aspecto va ligado con la expectativa-recompensa, que busca la implicación de la persona en el proceso de aprendizaje. En la etapa de comprensión, el estudiante percibe el estímulo como mecanismo director del pensamiento hacia los contenidos que se deben aprender, a través de su atención. En la etapa de adquisición se inicia el aprendizaje en forma real, desde la información que se percibe a través de los estímulos, penetrando en la memoria para su almacenamiento y codificación. Luego, en la etapa de retención se logra penetrar en mayor profundidad en la memoria de largo plazo con permanencia e intensidad. En la etapa de rememoración se recuerda el contenido aprendido a través de la recuperación como proceso interno, buscando en la memoria hasta encontrarlo. En la etapa de la generalización el estudiante utilizará lo aprendido

(información recuperada) en nuevas situaciones, donde se identifica la transferencia de información. Luego, la información que se recuperó y generalizó se hace posible a través de acciones que reflejan lo que se aprendió realmente, donde se logra identificar el nivel de aprendizaje. En la última etapa del refuerzo, cuando ya se conoce que el objetivo se cumplió, vale además como un incentivo, reforzándose las expectativas. La psicología cognitiva estudia los campos de comprender, adquirir, retener y recordar, mientras que la psicología conductista son aspectos de interés en motivar, generalizar, reforzar y actuar (Duffé, 2003).

Por lo mencionado anteriormente, las estrategias pedagógicas universitarias son diseñadas en consideración a las etapas y procesos de aprendizaje en un proceso circular (Tabla 2):

**Tabla 2**  
*Estrategias didácticas en función a las 8 etapas de Gagné*

Etapas de aprendizaje	Proceso de aprendizaje	Eventos externos (estrategias pedagógicas)
1. Motivación	Expectativa	Comunicar el objetivo para ofrecer un marco de trabajo
2. Comprensión	Atención / Percepción selectiva	El profesor debe provocar situaciones a través de frases llenas de intuición-verificación.
3. Adquisición	Codificación / Acceso a la acumulación	Identificar nuevas estructuras
4. Retención	Almacenamiento	Motivar la participación Identificar dificultades
5. Rememorización	Recuperación	Motivar la participación Identificar dificultades
6. Generalización	Transferencia	Motivar la participación Identificar dificultades
7. Acción	Respuesta	Brindar en el aula o dejar como tarea Correcciones
8. Refuerzo	Estimulación	Para introducción de la próxima sesión (motivación)

*Nota.* Fuente: Duffé (2003).

La teoría cognoscitiva del aprendizaje se aplica en situaciones de estudiantes universitarios con dificultad en el aprendizaje de habilidad compleja, que se alcanza a través del aprendizaje repetitivo que es más sencillo que la preparación reflexiva de los estudiantes les ayuda a comprender nuevos temas y permite evaluar la información de manera crítica. Esta teoría tiene como objetivo ofrecer ayuda a los estudiantes en la actividad del pensamiento y comprensión de lo que se descubre. La comprensión es entendida como un proceso que integra nueva información con estructuras de conocimiento previamente establecidas, conformando una súper red elaborada. Esta teoría debe ser utilizada cuando existe dificultad en aplicar lo aprendido en situaciones nuevas, por lo que se requiere realizar una mejor integración de estructuras (previas y nuevas) o realizar un mayor esfuerzo cognoscitivo que apoye la integración (Tovar, 2001).

En la revisión teórica sobre la teoría del procesamiento de información es necesario analizar influencias históricas importantes como: la teoría de la Gestalt y el aprendizaje verbal.

#### **2.4.2 El Constructivismo, neuroeducación, pensamiento lógico y aprendizaje en ingeniería**

Se debe tener en cuenta que el constructivismo, en términos estrictos no es una teoría sino una epistemología o explicación filosófica acerca de la naturaleza del aprendizaje. El constructivismo no propone que existan principios del aprendizaje que se deban descubrir y poner a prueba, sino un contexto donde los estudiantes universitarios crean su propio aprendizaje.

Según el enfoque constructivista el conocimiento no existe como copia exacta de la realidad, es una construcción humana realizada utilizando esquemas que posee previamente, ya construidos en relación con la realidad que vive; este proceso en la formación de ingeniería depende de: los conocimientos previos de la nueva información y de las actividades internas/externas que el individuo realiza para ello. Teniendo en cuenta el concepto de equilibrio, el desarrollo mental de los jóvenes universitarios comprende un continuo construir, como una edificación que va mejorando en función a todos los elementos que se le van añadiendo, que fortalece la solidez y donde se realizan ajustes que logran una mayor flexibilidad y movilidad en búsqueda de estabilidad. Cada instante de aprendizaje encuentra un desequilibrio dada

la transformación exterior o interior y cada nueva conducta busca restablecer ese equilibrio previo a la perturbación. En este desarrollo de asimilación del mundo externo a las estructuras existentes y el reajuste por la transformación y acomodación, la vida mental y orgánica asimila de manera progresiva el exterior, utilizando la percepción y actividades mentales que dan acceso a la memoria y su reconstitución anticipándose a nuevas transformaciones (intuiciones) hasta llegar a operaciones de nivel superior (Tovar, 2001), aspectos que se identifican claramente en el aprendizaje de asignaturas de especialización en la formación de ingenieros de sistemas.

Según Bruning et al. (2012), el constructivismo desde la perspectiva psicológica y filosófica, sostiene que los estudiantes universitarios construyen gran parte de lo que aprenden y comprenden; la investigación de Piaget y Vygotsky sobre el desarrollo humano fueron de gran influencia para las teorías de la construcción del aprendizaje. El fundamento del constructivismo es que los estudiantes en ingeniería son aprendices activos y desarrollan el conocimiento por sí mismos, en un entorno donde estructuran situaciones en las que participan de manera activa, a través de la observación de fenómenos, recolección de datos, trabajo colaborativo, manipulación de materiales e interacción social.

El constructivismo en la construcción del conocimiento refiere al conjunto de procesos activos y al sujeto cognitivo (estudiante universitario), con el fin de promover actividades mentales constructivas teniendo en cuenta dos aspectos: los procesos psicológicos y la influencia educativa para la promoción, guía y orientación del aprendizaje. El proceso de instrucción se favorece a través de la elaboración de aprendizaje significativo y el fortalecimiento de aspectos clave como: la memoria comprensiva y lo funcional de lo que se aprende. Desde el enfoque constructivista se rechaza el concepto un estudiante universitario solo receptor o acumulador de aprendizajes, y se fortalece la promoción de socializarlo y de individualizarlo para la construcción de su identidad con la capacidad de la realización de aprendizaje significativo, enseñando el cómo y el qué, el pensamiento y actuación relacionados con contenidos significativos (Tovar, 2001). Estas bases del constructivismo se alinean a la variable de estudio: construcción de modelos matemáticos de programación lineal, teniendo en cuenta el proceso mental por el que sucede de manera óptima, considerando los aspectos básicos de la neuroeducación.



El hablar del aprendizaje requiere identificar los fundamentos de la adquisición de nuevos conocimientos, las concepciones de su construcción e interacción con los conocimientos previos, por ello, se busca analizar la teoría del constructivismo que postula Ausubel dentro del contexto universitario. Los estudiantes en ingeniería construyen su aprendizaje y comprensión, son aprendices activos a través de su propio desarrollo y estructuración, con el uso de algunas técnicas y materiales aplicables ya sea de forma individual o colectiva. Esta construcción del aprendizaje dependerá en gran manera del proceso de aprendizaje en el que esté involucrado por su formación teniendo en cuenta su capacidad en el nivel de abstracción y el pensamiento lógico.

El constructivismo recomienda un currículo universitario integrado, donde se utilicen materiales para que los jóvenes estudiantes participen de forma activa. La relevancia del ambiente constructivista se da a partir del estímulo del interés de los aprendices, ayudándolos a estructurar el aprendizaje en torno a conceptos bases, con la indagación y valoración de los puntos de vista de los estudiantes, al evaluar auténticamente, y al estimular la retroalimentación hacia un aprendizaje significativo. Muchos consideran que el constructivismo es un modelo para explicar el aprendizaje de las matemáticas, ya que los conocimientos matemáticos complejos adquieren mayor importancia, dado que no se absorben de manera pasiva, sino, se construyen como consecuencia de las interacciones y la influencia sociocultural (Schunk, 2012).

Sin embargo, el constructivismo hace predicciones generales que se pueden poner a prueba, aunque las predicciones son generales, están sujetas a diferentes interpretaciones, las cuales podrían ser objetos de investigación. En este caso se pone a prueba la aplicación de la neuroeducación en la formación de ingenieros, identificando las estructuras cognoscitivas presentes en base al enfoque constructivista de Ausubel.

### **2.4.3 Aprendizaje significativo de Ausubel y su impacto en la educación universitaria**

La idea de construir significado hace referencia a la teoría del aprendizaje significativo universitario. Para Ausubel, la información nueva en el aprendizaje solo se puede aprender o retener cuando la estructura cognoscitiva del aprendiz cuente con conceptos incluyentes y pertinentes (suficientemente claros, estables y organizados), que pueden permitir relacionarse y enlazarse con el nuevo conocimiento; los conocimientos nuevos pueden asimilarse y permanecer en base al dominio de

conceptos previos (asignaturas pre requisitos), que serán el sustento. Los criterios de la estructuración cognoscitiva son: a) El material de introducción, como fundamento conceptual que ayuda a incorporar y retener el material posterior; b) El desarrollo de la estructura de los conceptos detallando y especificando en forma progresiva de acuerdo con la inclusividad presente; y c) Los niveles de secuenciación finales, con énfasis en los resultados significativos (Tovar, 2001).

Ausubel (2002) diferencia dos tipos de aprendizaje para el aula universitaria, una dimensión en el modo en que se adquiere el conocimiento y la dimensión de la forma en la que el conocimiento se incorpora a la estructura cognitiva del joven estudiante. En la primera dimensión se encuentran dos tipos de aprendizaje posibles, por recepción y por descubrimiento mientras que en la segunda dimensión se encuentran dos modalidades, por repetición y significativo. El aprendizaje significativo solo constituye una primera etapa en la asimilación del aprendizaje, posterior a ello se encuentran la retención y el olvido o reducción gradual como secuelas naturales. En la retención, los nuevos significados se organizan en la memoria enlazándose con sus ideas de anclaje más estables, actualizándose, a través de la repetición o ensayo. Las variables cognitivas y sociales relacionadas con la motivación influyen en la retención significativa o también por el contrario se favorece el olvido con la represión o el shock del aprendizaje.

Se entiende entonces la necesidad de incluir las actividades de retención como la repetición de prácticas y casos de estudio que permitan consolidar los enlaces y las ideas anclaje en los estudiantes universitarios. Por temas de programación de contenidos en documentos formales este aspecto queda disminuido o postergado a la acción y decisión de cada estudiante, al ponerse en riesgo rumbo hacia el olvido.

La adquisición de conocimientos de una asignatura como la de Investigación de Operaciones en Ingeniería es básicamente aprendizaje basado en la recepción, porque el contenido principal se presenta a través de una enseñanza expositiva, en su mayoría verbal; por ello el estudiante universitario debe comprender el material para integrarlo a su estructura cognitiva con el fin de reproducir y relacionarlo con la solución de problemas en el futuro. Sin embargo, se ha determinado que los programas de actividad, la experiencia no verbal en el aula al hacer énfasis en el autodescubrimiento maximiza el aprendizaje de aprender por y para la resolución de problemas, en

respuesta a la insatisfacción y las deficiencias de las técnicas de instrucción verbal con las que egresaron de la educación secundaria (Ausubel, 2002).

La mayoría de los docentes universitarios siguen el modelo expositivo verbal, situación originada por la falta de experiencia y/o formación profesional en educación, comúnmente llamado modelo tradicional, donde el estudiante no comprende de manera óptima los nuevos materiales para la integración con su estructura cognitiva, por lo que, se requiere de la experiencia activa que promueve la neuroeducación para la maximización del aprendizaje.

Según Ausubel (2002) el aprendizaje significativo universitario basado en la recepción es un proceso activo por naturaleza, donde se requiere del análisis cognitivo sobre la pertinencia del nuevo material frente a las estructuras cognitivas ya existentes, así como la identificación de similitudes, diferencias o contradicciones a resolver; finalmente, se precisa la reformulación del material del aprendizaje en el joven universitario que aprende. Para ello se requiere una enseñanza integradora, capaz de conciliar los materiales instructivos con la estructura cognitiva estudiantil. Se reconoce como principio el de la naturaleza jerárquica (de arriba hacia abajo) para el nivel de abstracción, la generalidad y la inclusividad.

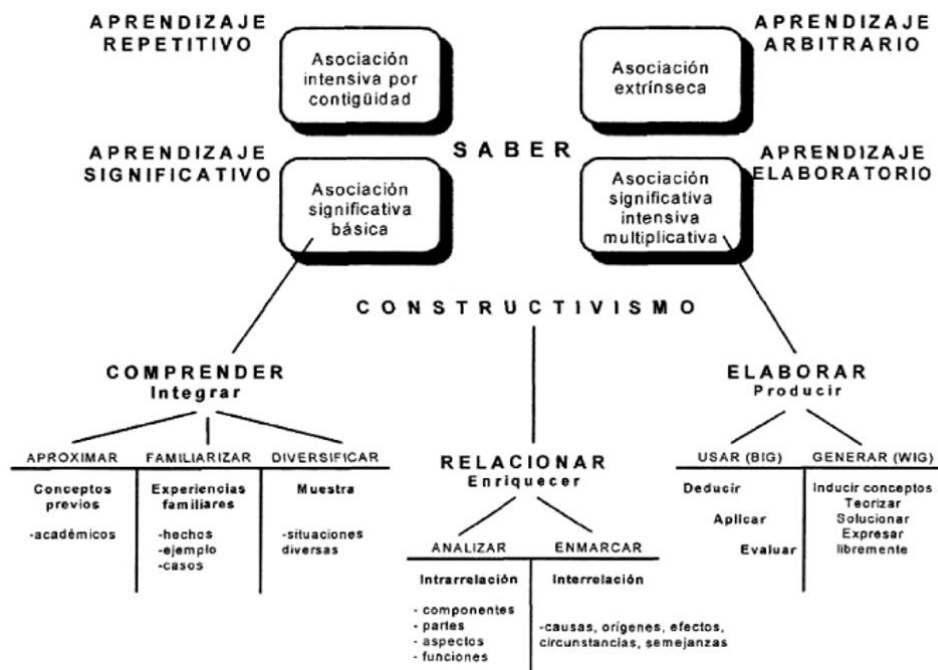
Ausubel (2002) indica también que, el aprendizaje significativo basado en la recepción requiere del uso de un material nuevo con significado lógico junto a un estudiante con ideas ancladas y relacionadas con el material nuevo; cada elemento o material de la actividad de aprendizaje depende de la actitud de aprendizaje significativo del estudiante universitario. Un tipo de aprendizaje significativo basado en la recepción es el representacional o memorista donde el estudiante relaciona el significado de un nombre con alguna representación (objeto, evento o concepto); otro tipo de aprendizaje significativo es el de proposiciones, cuando el nuevo conocimiento se relaciona con las ideas existentes (ideas compuestas y relacionadas con significados en la estructura cognitiva), permitiéndole expresarlas en forma verbal como un producto relacionado.

Más allá del material o actividades de aprendizaje significativo en una asignatura universitaria, se hace énfasis en la actitud de aprendizaje significativo del joven estudiantil, como centro de atención del proceso de aprendizaje, quien a través del

aprendizaje representacional y proposicional relaciona los contenidos nuevos y los anteriores, y actualiza su estructura cognitiva en un continuo aprendizaje. La formulación de los problemas se presenta en modo proposicional y se requiere el aprendizaje representacional para la identificación de las etapas y elementos de la construcción del modelo de programación lineal.

Un aprendizaje significativo (receptivo y verbal) mostrado en la Figura 3, se diferencia del aprendizaje memorístico, porque va a conectar con los conocimientos previos de los individuos, por ello la utilidad de incluir en las actividades universitarias la elaboración de organizadores como introducción y como puente de lo ya conocido hacia el nuevo aprendizaje que se requiere conocer (Tovar, 2001).

**Figura 3**  
*Constructivismo y tipos de aprendizaje*



*Nota.* Fuente: Tovar (2001).

Finalmente, Ausubel establece que en las asignaturas de ingeniería y en cualquier disciplina se puede influir en las estructuras cognitivas de los estudiantes de una manera programática, el uso de métodos adecuados que comprueben la adquisición significativa, ayudados de un material instructivo programado y comprobado, incluye además las variables cognitivas sociales que se relacionan con la motivación y la personalidad; esto propicia la estabilidad y claridad de las ideas de anclaje (Ausubel et al., 1983).

Dados los términos de motivación y los métodos de adquisición significativa se puede orientar la búsqueda de la actitud de aprendizaje significativa del estudiante de ingeniería, quien es principal objetivo de la investigación, al determinar la posibilidad de implementar actividades de asimilación y retención que permitan a los estudiantes dominar los conocimientos de mayor nivel de abstracción, que se convertirán en fuertes anclajes para seguir formándose en su profesión.

Las teorías de la neurociencia del aprendizaje que fundamentan a su vez la neuroeducación y la neurodidáctica, parten del enfoque constructivista, incluyendo las emociones, que permiten la activación de los dispositivos cognitivos superiores (DCS) en la construcción de conocimientos en la ingeniería. Asimismo, se considera relevante estudiar las teorías de la programación lineal y los modelos matemáticos, con el fin de operacionalizar las variables y poder realizar las mediciones necesarias de la investigación.

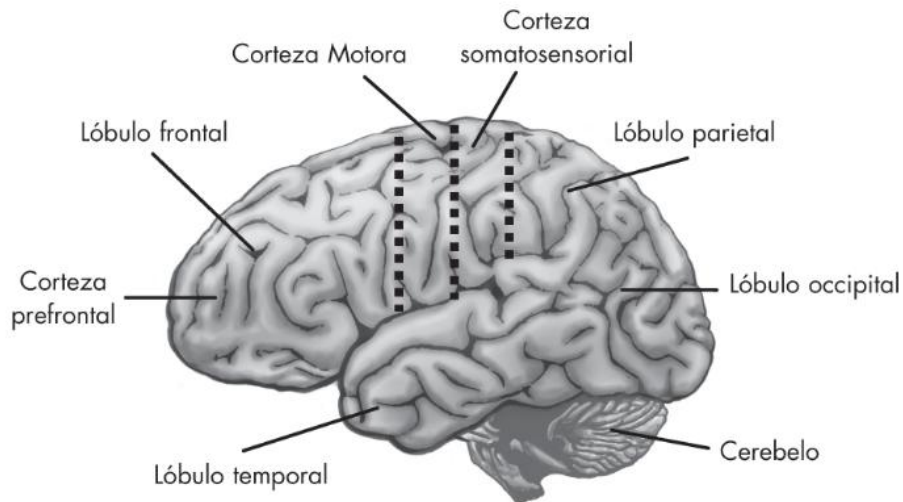
#### **2.4.4 Neurociencia del aprendizaje en el contexto educativo**

El cerebro es el órgano de mayor complejidad del ser humano, base de la inteligencia, aquel que interpreta los sentidos, que inicia y controla los movimientos del cuerpo, siendo fuente de cada cualidad humana y relacionado con cada ocurrencia del ser. El poder conocer el funcionamiento y operación del cerebro ayudará a docentes y estudiantes universitarios, para aprovechar todas sus propiedades y ventajas (Caicedo, 2016).

En la Figura 4 se observan las partes exteriores más grandes del cerebro: el lóbulo frontal, la corteza motora, la corteza somatosensorial, el lóbulo parietal, el lóbulo occipital, el cerebelo, el lóbulo temporal, la corteza prefrontal y el lóbulo frontal; el interior del cerebro se muestra dividido en tres partes, bulbo raquídeo, sistema límbico y cerebro (Feinstein y Sousa, 2016).

#### Figura 4

*Zonas exteriores más importantes del cerebro*

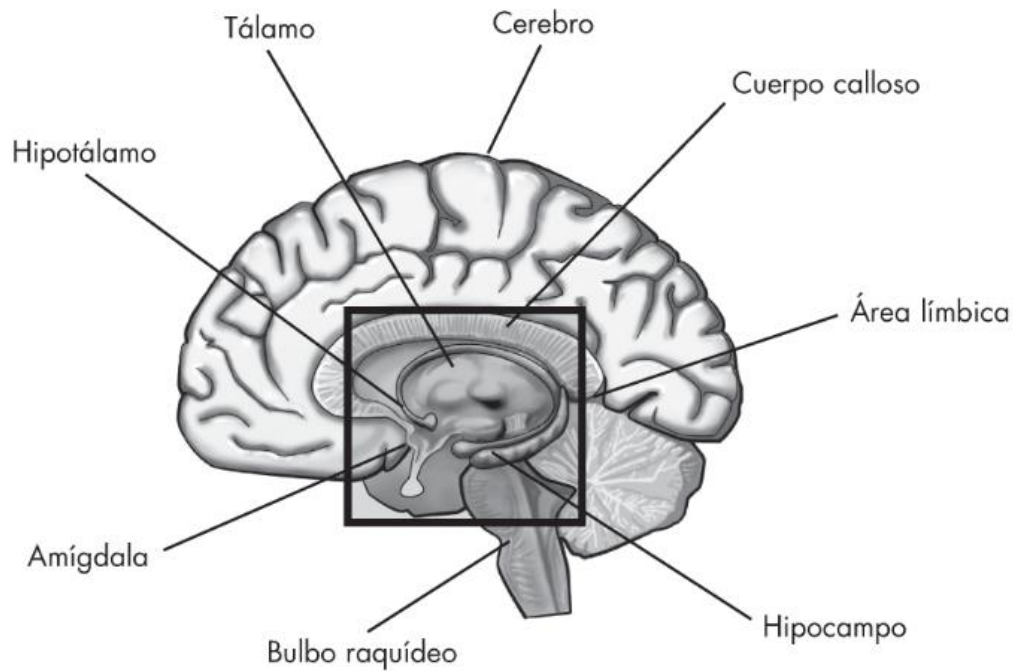


*Nota.* Fuente: Feinstein y Sousa (2016).

Los lóbulos frontales y la corteza prefrontal son llamados el centro de control ejecutivo, ya que se encargan de planificar, pensar, controlar la parte racional y supervisar el pensamiento complejo que se trabaja en la formación profesional de ingenieros de sistemas; gran parte de la memoria de trabajo está ubicada ahí y es donde se da la concentración. Bajo las orejas se encuentran los lóbulos temporales encargados de los sonidos, música, reconocedores de objetos y rostros, con presencia de algunos elementos de la memoria de largo plazo; aquí se encuentran también el centro del habla. Los lóbulos occipitales se encargan del procesamiento de la vista, mientras que los lóbulos parietales se encargan de la orientación, el cálculo y algunos reconocimientos. La corteza motora controla el movimiento junto con el cerebelo coordinan el aprendizaje de capacidad motora. La corteza somatosensorial realiza el procesamiento de señales recibidas por el contacto del cuerpo (Feinstein y Sousa, 2016).

En la Figura 5 se pudo observar el sistema límbico que cubre el bulbo raquídeo, formado por cuatro partes fundamentales para el aprendizaje universitario y la memorización: tálamo, hipotálamo, hipocampo y la amígdala. El tálamo lleva toda la información del exterior al cerebro del estudiante a excepción del olor, y a partir del tálamo la información se dirige a las demás partes del cerebro para su procesamiento (Feinstein y Sousa, 2016).

**Figura 5**  
*Sección transversal del cerebro humano*



*Nota.* Fuente: Feinstein y Sousa (2016).

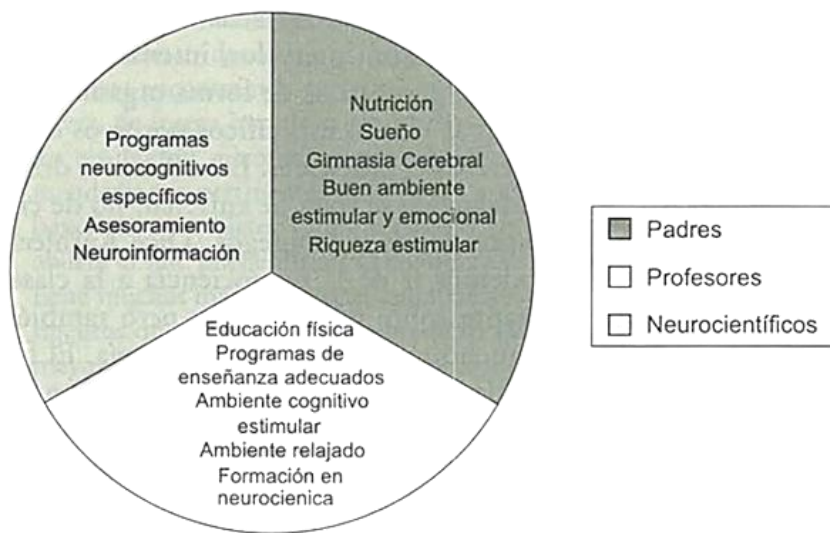
El hipocampo situado cerca de la base del área límbica realiza un papel primordial al consolidar aprendizajes en los jóvenes universitarios, convirtiendo la información de la memoria de trabajo en almacenamiento de largo plazo utilizando señales eléctricas, y supervisa constantemente la acumulación de información de la memoria de trabajo comparando con todas las experiencias guardadas. La amígdala ubicada al final del hipocampo realiza un papel importante en las emociones y es quien regula la interacción con el ambiente potencial de supervivencia (Feinstein y Sousa, 2016).

La neurociencia puede ayudar a los docentes universitarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje en búsqueda de mejorar las actividades cerebrales, las capacidades, la comprensión y las ejecuciones de las funciones complejas del estudiante; con la neurociencia se puede saber cómo aprende el cerebro, y cómo mantenerlo en forma, con buenas prácticas en enseñanza, alimentación, descanso, entretenimiento, ejercicio y gimnasia cerebral, detallado en el modelo de enseñanza propuesto por Ortiz (2009) en la Figura 6.

Se requiere conocer el funcionamiento del cerebro para identificar cómo influyen las emociones en el aprendizaje universitario, a partir de la activación de la atención y los estímulos que faciliten un aprendizaje activo orientado a la asimilación y la retención del nuevo conocimiento; esto permite utilizar los medios y contenidos que favorecen un aprendizaje universitario neuroeducado.

**Figura 6**

*Sistema de enseñanza integral para mejorar el desarrollo cerebral*



*Nota.* Fuente: Ortiz (2009).

La teoría cognoscitiva plantea que el aprendizaje acontece a nivel intrínseco a través de los procesos cognoscitivos incluidos en el pensamiento, la creencia y en las emociones presentes en los jóvenes universitarios, como una representación nerviosa. La neurociencia del aprendizaje es la ciencia que estudia la relación del sistema nervioso, con el aprendizaje y la conducta, para otorgar fundamentos de entendimiento que logren una óptima formación universitaria (Schunk, 2012).

Para los neurocientíficos un estudiante universitario puede tener “un cerebro como un depositario y archivo que incluye: pensamientos, decisiones, acciones, enfados, miedos, amores, recuerdos, olvidos, y la conciencia como tal” (Rose y Rose, 2017, p. 16). “El cerebro es el órgano que procesa la información de manera que de él depende que el aprendizaje de un estudiante universitario sea exitoso; por tanto, es necesario saber cómo funciona” (Codina, 2015, p. 7). El proceso de aprendizaje se inicia en el sistema sensorial, que activa el sistema reticular al recibir información y al captar la



atención; la actividad de atención en el proceso de aprendizaje se define como un sistema funcional complejo, dinámico, jerárquico y multimodal, que facilita el procesamiento de información, con la selección de los estímulos pertinentes para la realización de una actividad determinada que puede ser sensorial, cognitiva o motora (Yucra, 2016) y que se encuentra presente en toda actividad de aprendizaje universitaria.

Para estudiar el proceso de aprendizaje universitario y la conducta en él, es preciso comprender el funcionamiento físico del cerebro que surge a partir de los neurotransmisores. Este conocimiento permite superar algunos paradigmas de la educación tradicional universitaria así como también el permitir sacarle el mayor provecho a la neurociencia.

Según Caicedo (2016, pp. 30-33), la información que proviene de los sentidos es seleccionada por diferentes áreas del cerebro, se envía y procesa en el tálamo (lugar de revelo y trámite) y en forma simultánea se envía al lóbulo occipital (información visual), al lóbulo temporal (lenguaje), entre otras; luego de procesar la información se realiza una impresión sensorial para ser evaluada emocionalmente por la amígdala (área subcortical del cerebro); la información que se depura y es de relevancia se envía al hipocampo para su evaluación, organización y mantenimiento temporal, para su posterior almacenamiento a la corteza visual o auditiva.

El modelo de aprendizaje experiencial en ingeniería sigue cuatro etapas, iniciando en la etapa de recolección de información donde participa la corteza sensorial de cada sentido (vista, olfato, tacto, gusto, audición), guardando la información para próximos procesos. En la etapa de reflexión el lóbulo temporal integra el almacenamiento de información de las cortezas sensoriales en búsqueda de interconexiones; luego en la etapa de creación, se produce la construcción de su propio conocimiento, que involucra la memoria de trabajo para hacer vínculos con los conocimientos previos; la última etapa de aplicación, el cerebro tiene la corteza motora, encargada de buscar que las ideas e imágenes mentales construidas se puedan transformar en acciones(Caicedo, 2016).

#### **2.4.5 Neuroeducación y las habilidades cognitivas para el aprendizaje universitario**

Cognición hace referencia a la forma en que los jóvenes universitarios entienden y actúan; ello engloba un conjunto de capacidades y habilidades, fundamento de las acciones humanas. Las habilidades cognitivas son capacidades del cerebro requeridas para la realización de acciones o tareas simples o complejas, relacionadas con la resolución de problemas y los procesos de aprendizaje, donde participan la percepción y la atención; la habilidad cognitiva se basa en cadenas neuronales de la estructura cerebral como el lóbulo temporal y frontal (Caicedo, 2016). A continuación se detallan las habilidades cognitivas y su participación en el proceso de aprendizaje universitario.

La atención, se entiende como un conjunto de procesos en la regulación presente desde el inicio de las acciones hasta que finalizan. Es el proceso central que implica el controlar y ejecutar acciones. Este concepto incluye dos procesos: el estado neurofisiológico (automático) en el que el estudiante mantiene activado el cerebro listo para realizar el procesamiento de información, y la dirección de la atención basada especialmente en la motivación hacia el estudio. Una de las formas de captar y mantener atento al estudiante es a través del método de enseñanza, activos y dinámicos, con motivación y cambios, favoreciendo el atender frente a una sesión aburrida; el cerebro conduce la atención a la novedad y relevancia. Para nuevos contenidos a desarrollar en las asignaturas universitarias, la atención requiere de mayor concentración en menos tiempo, y para contenidos anteriores solo debe repasar, permitiendo a la atención menor concentración; por ello, un contenido nuevo debe ser corto (máximo de 15 minutos), expresado con precisión y claridad; y para contenidos anteriores requieren repetición y memorización, donde la explicación puede durar mayor tiempo y con mayor contenido. La atención se presenta a ritmos cíclicos variados, oscilando durante un día, o incluso durante una hora. Estos ciclos pueden ser afectados por el sueño, cansancio o estado anímico, variando los estados de la atención que se producen en el día; por ello se deduce que luego de cada hora u hora y media de sesión universitaria, se requieren tomar pausas de al menos 10 minutos. La atención es un eje fundamental en los procesos de aprendizaje y los de memoria, ya que se ha demostrado que se requiere para crear conexiones en el cerebro y circuitos cerebrales con estabilidad y durabilidad (Ortiz, 2009).

La percepción, es el proceso donde el cerebro del joven estudiante analiza, integra, reconoce y da significado a estímulos sensoriales. Es un proceso de cambios constantes donde el cerebro va reorganizándose en función de los estímulos recibidos (auditivos, visuales o táctiles), activando funciones de complejidad como la atención y la memoria (de trabajo y de corto plazo) (Ortiz, 2009).

Según Ortiz (2009), la emoción en un estudiante universitario genera un estado positivo o negativo orientado al aprendizaje de sus asignaturas, con la capacidad de activar los neurotransmisores que influyen en los estados corporales como la respiración, la temperatura y el ritmo cardíaco, siendo fundamentales en el aprendizaje porque ofrecen referencias a la mente, determinando el pensamiento; por ello es importante que el docente universitario controle y vigile el estado de ánimo de los estudiantes de ingeniería porque determinará la motivación, comprensión y ejecución del desarrollo de contenidos. La emoción dirige diariamente el comportamiento motor de la vida, siendo la fuente más importante del aprendizaje; la emoción adecuada ayuda a focalizar y analizar prioridades, acelerando así el tomar decisiones. La emoción dirige la atención y crea significado.

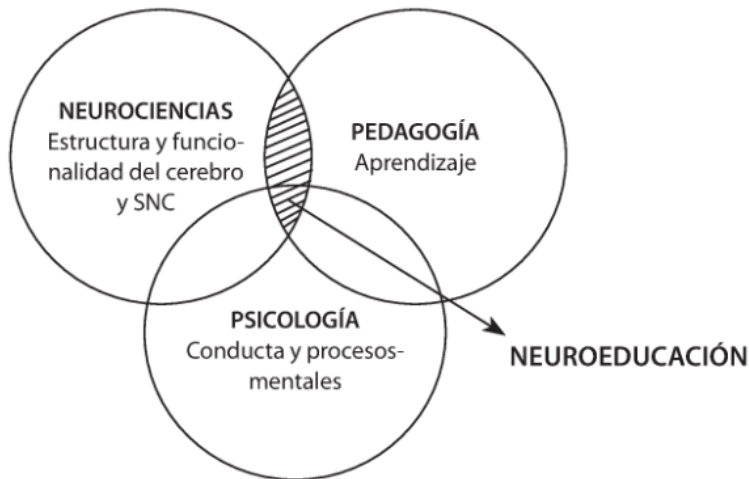
La motivación, es un estado de energía o intensidad de emociones que propicia la realización de conductas en la vida; es un proceso interno que permite activar, dirigir y mantener la conducta hacia una meta concreta. La motivación es un aspecto fundamental en la vida del estudiante universitario, es el motor del comportamiento inmediato y de gran importancia para el aprendizaje en ingeniería, ya que cada conducta es motivada por algo para su realización. La conducta es consecuencia de algún estímulo externo o de alguna necesidad interna, y la tarea del educador es lograr que las motivaciones del joven universitario se orienten hacia la educación, organizando métodos, contenidos y actividades. El cerebro al contar con un sistema de motivación basado en la novedad requiere un espacio enriquecido de estímulos para su activación (Ortiz, 2009).

#### **2.4.6 Neuroeducación y neuro plasticidad en el aprendizaje universitario**

La neuroeducación para la formación en ingeniería toma como propuesta la combinación de los aportes de: neurociencia, psicología, ciencia cognitiva y educación, como se observa en la Figura 7; todos estos aspectos formativos están centrados en comprender cómo aprende el cerebro de un estudiante universitario y

cómo usar ello para el desarrollo de métodos de aprendizaje más efectivos; la definición de neuroeducación se relaciona con el aprendizaje basado en el funcionamiento cerebral (Caicedo, 2016).

**Figura 7**  
*La neuroeducación*

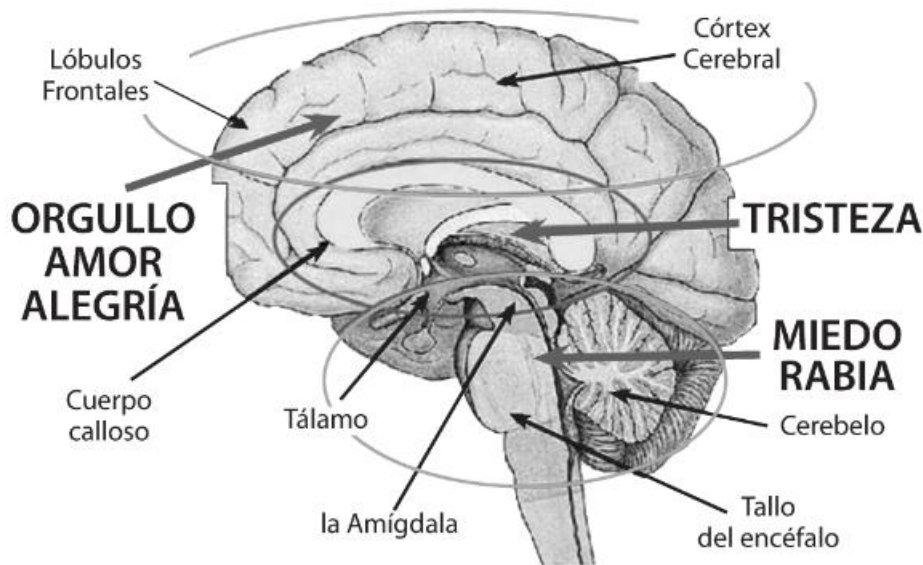


*Nota.* Fuente: Caicedo (2016).

Los dispositivos cognitivos superiores mencionados anteriormente: emoción, atención, memoria y motivación, son las dimensiones que se buscan activar a través de las estrategias neurodidácticas de este estudio universitario, con la referencia en el funcionamiento cerebral que propicia el aprendizaje óptimo orientado a la construcción eficaz de modelos de programación lineal.

En la Figura 8 se muestra cómo el cuerpo y el cerebro de un estudiante están conectados no solo físicamente sino también a través de mecanismos moleculares, con la participación de especies químicas (mensajeros); en el aprendizaje universitario, las emociones son un sistema de alerta inherente, inconsciente y automático que se activa frente a amenazas (reales o potenciales), manifestándose con movimientos corporales (Caicedo, 2016).

**Figura 8**  
*Anatomía del cerebro y las emociones*



*Nota.* Fuente: Caicedo (2016).

Según Mora (2017), la neuroeducación busca encontrar medios que pueden ser aplicados en contextos educativos como el universitario, al utilizar los conocimientos sobre los procesos cerebrales: emoción, atención, memoria y motivación, identificados como dispositivos cognitivos superiores (DCS) para el aprendizaje. Es necesario que los DCS estén activos para que el aprendizaje universitario se produzca, que se respete las etapas de los sistemas cerebrales y se ofrezca un entorno óptimo o cerebro compatible (Rotger, 2019). Mora (2017), define la emoción como la reacción conductual y subjetiva del estudiante generada por una información que proviene de la memoria; la atención, como el proceso neuropsicológico para elegir entre diferentes estímulos, aquel estímulo al que responderá, y la memoria, como la capacidad de evocar respuestas previamente aprendidas.

Para Batro, esta nueva interdisciplina o transdisciplina promueve la integración de las ciencias de la educación superior con las ciencias del desarrollo neurocognitivo del estudiante. Del estrecho vínculo que relaciona la neurociencia y el aprendizaje universitario, se conoce que cuando se aprende, el cerebro cambia de forma (neuroplasticidad), también que la experiencia como tal moldea el cerebro que es plástico y flexible, y cómo el aprendizaje en ingeniería puede ser organizado y reorganizado en el cerebro (Waipan y Carminati, 2020).

El cerebro cuenta con un sistema de filtrado de información llamado sistema de activación reticular, ubicado en el tronco cerebral y encargado de priorizar y dar paso a la información con novedad, con sorpresa, de curiosidad, no esperada, atractiva visualmente, de color, etc. Este sistema es capaz de identificar además el estado de alerta del cerebro sobre los cambios del ambiente que podrían ser de peligro o que podrían ofrecer oportunidades; por ello, en el contexto universitario y sobretodo en la formación en ingeniería, es preciso la estimulación de la atención y asegurar el éxito del sistema de aprendizaje.

La información que se recibe como entrada a través de la exposición de contenidos o actividades didácticas en las sesiones de clase universitarias, es filtrada y evaluada emocionalmente en el sistema límbico (amígdala cerebral) con el filtro emocional, y la información va al sistema de pensamiento (reflexión y memorización) solo si es que la emoción es positiva o segura; si el filtro detecta confusión, aburrimiento, miedo u otras emociones negativas, se bloquea la entrada de información (Caicedo, 2016). Estos aspectos se visualizan con claridad en el desarrollo de asignaturas que incluyen matemática o programación por su exigencia y necesidad de emoción positiva. Ejemplo de ello es la asignatura de Investigación de Operaciones en Ingeniería.

El sistema de recompensa dopamínico complementa el aprendizaje, con la liberación del neurotransmisor dopamina en situaciones de aprendizaje placentero, que produce a su vez que las capacidades de control de atención y memorización aumenten. La activación de este sistema en los estudiantes universitarios puede darse con actividades físicas, contacto social, situación de novedad, ambientes seguros, juegos, humor y la motivación intrínseca (Caicedo, 2016).

La integración de las neurociencias, la pedagogía y la psicología permite el conocimiento profundo del estudiante universitario en la medida que pretende alcanzar un aprendizaje significativo basado en las ventajas que ofrece la activación de las capacidades idóneas del cerebro en las tareas de asimilación y retención de los nuevos conocimientos, relacionados con su formación integral como Ingeniero de Sistemas.

#### **2.4.7 Neurodidáctica y aprendizaje de asignaturas de Ingeniería**

En la búsqueda de la optimización de los procesos de aprendizaje, es importante analizar la identificación del funcionamiento del cerebro según el dominio y potencialidades de los estudiantes universitarios; todo esfuerzo en la formación profesional necesita alcanzar los logros de aprendizaje propuestos en cada asignatura, con el aprovechamiento de las ventajas que ofrecen de un desempeño más eficaz dentro de la carrera universitaria. En ese contexto, el estudio de la neurodidáctica ofrece una posibilidad de mejorar los resultados en los jóvenes estudiantes.

La neurodidáctica, como nuevo campo interdisciplinar de la neurociencia, la didáctica, la psicología, las teorías educativas y otras áreas relacionadas, tienen el propósito de dar un aporte en la enseñanza-aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro. La neurodidáctica es una disciplina con futuro prometedor que busca fomentar el entendimiento de los seres humanos como unidades biológicas, psicológicas y sociales (Molina et al., 2017).

Según Molina(2018), la neurodidáctica es una disciplina que estudia la optimización del proceso de enseñanza desde el desarrollo del cerebro, al utilizar el potencial que puede ofrecer, para que el estudiante en ingeniería obtenga el mejor provecho, ya que se logra aprender lo que se busca enseñar, y se consigue hacer énfasis en el logro del aprendizaje. La neurodidáctica es el producto de las neurociencias y la didáctica, la cual forma parte de la educación, al conformar una nueva disciplina encargada de establecer procesos estructurales cerebrales en el proceso de enseñanza ingenieril. Neurodidáctica es una estrategia pedagógica enfocada en el predominio de los hemisferios cerebrales, las vías de recepción de información y los estilos de aprendizaje, hacen que los estudiantes conozcan sus potencialidades en el desarrollo de los procesos de aprendizaje (Machicado y Quiroz, 2015). La neurodidáctica es un conjunto de conocimientos que aportan a la investigación científica en el campo de la neurociencia en la optimización de los procesos de aprendizaje universitarios (Yucra, 2016).

La educación y formación universitaria influye en la organización del cerebro, modifica la corteza cerebral y desarrolla las competencias en él. Desarrolladas las competencias, se vuelven estables y afectan a casi todo lo que se hace. Se puede decir entonces que educar significa modificar el cerebro. Para esta influencia en el cerebro,

la educación y la neurociencia generan la neurodidáctica, como disciplina nueva que aporta cambios significativos, y originan una indudable revolución en el arte de enseñar (Pherez, Vargas y Jerez, 2018).

La modificación del cerebro utiliza las ideas anclaje que hace referencia Ausubel, por lo que, es importante conocer cómo modificar las estructuras cognitivas de los estudiantes universitarios de manera que estos cambios sean significativos y trasciendan a la retención y aplicación autónoma en casos de la vida real y poder dar solución a la problemática y mejorar situaciones en la vida profesional.

Para Rotger (2019), los docentes universitarios, responsables de la enseñanza profesional, deben dominar las estrategias básicas para activar la mente, conservar su actividad y potenciar sus funciones y relaciones, para lograr un aprendizaje significativo, conforme a las necesidades del cerebro, neuroeducando los cuatro dispositivos básicos interconectados: emoción, motivación, atención y memoria, neuroeducando las emociones, para entregar a los estudiantes universitarios las habilidades emocionales que ayuden a enfrentar y transitar los desafíos de la vida profesional; neuroeducar la atención permite conocer y conducir a los estudiantes a través de la activación cerebral; neuroeducar la memoria permite manejar aspectos en relación con las estructuras cognitivas previas y neuroeducar el aprendizaje motivado permite aprender cosas nuevas siempre en un entorno que motive al aprendizaje, para que el cerebro se quede y permanezca sin desviarse donde se enseñe desde la novedad, en cada asignatura de la carrera.

Es responsabilidad de los docentes universitarios el conocer los principios básicos de la neuroeducación, de manera que se dirija la planificación y ejecución del proceso de aprendizaje universitario con la activación de los dispositivos cognitivos superiores (DCS) que señalan la neuroeducación y sus aportes.

#### **2.4.8 Los cuadrantes cerebrales, sus funciones dominantes y los estilos de aprendizaje**

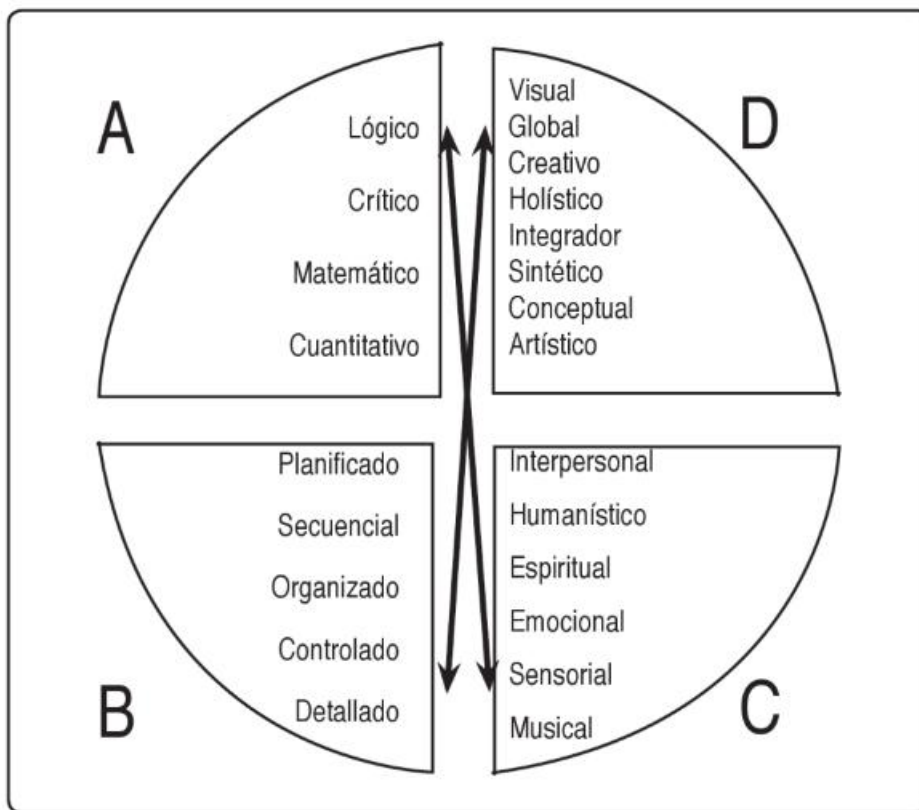
La estructura formal del cerebro comprende dos hemisferios: izquierdo y derecho, sin embargo, Herrmann (1990), presentó la teoría de los cuatro cuadrantes (tetra funcional) que replantean la dominancia cerebral que se analiza a continuación.



Se concibe el cerebro como la división de cuatro cuadrantes, cada uno con funciones específicas en una cartografía expresada en los denominados cuadrantes A, B, C y D. En la Figura 9, el cuadrante A orienta el pensamiento lógico, crítico, matemático y cuantitativo; el cuadrante B especifica el pensamiento planificado, secuencial, organizado, controlado y detallado; el cuadrante C identifica el pensamiento interpersonal, humanístico, espiritual, emocional, sensorial y musical; y el cuadrante D establece el pensamiento visual, global creativo, holístico, integrador, sintético, conceptual y artístico (Herrmann, 1990).

**Figura 9**

*Cuadrantes del modelo de Herrmann*



*Nota:* Fuente: Herrmann (1990).

El modelo presentado establece la posibilidad de actuación lineal o con cruces, con la posibilidad de que los cuatro modos funcionen de manera integrada con una interacción doble, triple o cuádruple. El predominio del pensamiento resulta de la combinación de cuadrantes (Herrmann, 1990) que sigue a continuación:

La combinación A+D, es el modo cerebral, que incluye ambos hemisferios de la corteza cerebral, con un pensamiento pragmático y cerebral.

La combinación A+B, es el modo izquierdo por incluir todo el hemisferio izquierdo con un pensamiento realista-ordenado.

La combinación B+C, es el modo límbico, que incluye ambos hemisferios del sistema límbico, caracterizado por el pensamiento de instinto y emoción.

La combinación C+D, es el modo derecho por incluir todo el hemisferio derecho con un pensamiento idealista y kinestésico.

Los estudios del modelo señalan que 7% de personas tienen dominancia simple, con un solo cuadrante; 60% de personas presentan una dominancia doble antes descrita; un 30% de personas tienen dominancia triple y solo un 4% de personas alcanzan el dominio de todos los cuadrantes o cerebro total. Este modelo no incluye el cerebro reptílico, que orienta las capacidades de impulsos y emociones relacionados con el cerebelo y relacionado con la formación de hábitos y la protección instintiva (Jiménez, 2003).

La medición de las funciones relacionadas con los cuadrantes puede identificar el predominio de pensamientos, que ayuda a orientar los estilos de aprendizaje universitarios (analítico, experimental, estructurado y emocional) y las combinaciones existentes, sin embargo, el presente estudio requiere la concepción del cerebro total para la activación de los DCS (dispositivos cognitivos superiores) que promueven el aprendizaje con emoción.

#### **2.4.9 Los neurotransmisores en el aprendizaje universitario**

Para comprender el funcionamiento del cerebro es necesario estudiar los componentes y las relaciones físicas que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes del contexto universitario.

Los neurotransmisores que se necesitan en cualquier proceso de aprendizaje son: la dopamina, la noradrenalina y la serotonina, que en conjunto y en equilibrio producen el “circuito de recompensa cerebral”. La dopamina controla los movimientos del cuerpo y está asociada a la reacción del cerebro; genera placer al forjar un buen

momento de ánimo, que permite a la información ir hacia el cerebro e incrementar el córtex prefrontal. La noradrenalina controla el enfoque mental y la atención, normaliza el estado de ánimo y la excitación mental y física, aumenta el ritmo cardíaco y la presión arterial. La serotonina es un inhibidor que tiene efecto significativo en las emociones, la ansiedad y el humor de los estudiantes, y participa en la regulación del sueño, la alimentación y la vigilia; su nivel motivador se activa en situaciones de logro de objetivos (Rotger, 2019).

Estos neurotransmisores ayudan en el proceso de aprendizaje en la ingeniería si se activan en el cerebro de los estudiantes; para ello es necesario realizar y alcanzar el circuito de recompensa DAS (Dopamina, Anoradrenalina y Serotonina). Con la motivación se logra activar la dopamina que activará la noradrenalina para la acción, con el logro se generará la serotonina para regresar a un estado normal (Rotger, 2019).

Si se desea despertar la dopamina en los estudiantes universitarios, basta con incluir alimentación nutritiva, beber agua, realizar algo de actividad física, contacto con la naturaleza, el trabajo en equipo, una enseñanza que sorprenda desde la novedad, y el practicar técnicas de respiración y relajación.

#### **2.4.10 Emociones en el pensamiento matemático y el aprendizaje universitario**

Un tema trascendental en esta investigación comprende el estudio de las emociones asociadas al aprendizaje significativo en el análisis de problemas matemáticos de asignaturas de la carrera de ingeniería de sistemas; un tema fundamental es la formulación y la resolución de problemas, donde los jóvenes estudiantes orienten cada vez mejor la toma de decisiones; en ese sentido se hace un análisis de las emociones relacionadas con en esta área.

Polya (2014), propuso la integración de las emociones en el análisis de la actividad matemática, con relación a la resolución de problemas, ya que argumentaba que enseñar a resolver problemas es educar la voluntad, ya que los estudiantes universitarios requieren familiarizarse con la lucha emocional para encontrar una solución. Richardson y Suinn definieron la ansiedad matemática como el sentimiento de tensión y ansiedad que interrumpe la manipulación de números y la resolución de problemas matemáticos, aspecto de gran notoriedad en las carreras de ingeniería.

Revisiones de Ashcraft, Hembre y Ma, concluyen que la ansiedad matemática reduce el rendimiento matemático en todos los niveles y grupos étnicos; las personas que sufren de ansiedad matemática tienden a evitar las matemáticas y aprender menos cuando están expuestos al tema, sin embargo, se ha demostrado que la ansiedad no se relaciona con la inteligencia general.

Con respecto al estudio de las asignaturas que incluyen la matemática es importante conocer las formas de aprendizaje universitarios que propicien emociones favorables al aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos, en contraposición a la ansiedad, el miedo y la tensión que se pueda generar al afectar el rendimiento y el aprendizaje significativo.

Hay muchas más emociones: la confianza del estudiante, el interés y la curiosidad, la necesidad de integrar la emoción con la cognición matemática, la metacognición, factores personales, sociales y culturales de la experiencia emocional de la matemática, las emociones en clase y las emociones en los docentes universitarios, son los que se pueden experimentar en relación con las matemáticas, y es probable que influyan en una gama más amplia de problemas involucrados en el proceso y resultado de la actividad matemática (Xolocotzin, 2017).

Las matemáticas dependen de un alto nivel de abstracción que denota una capacidad profunda y por tanto el dominio de las emociones que propicien un óptimo aprendizaje universitario, desligados de sentimientos negativos que en lugar de ayudar generan bloqueos en la experimentación, impiden la consolidación y evolución progresiva en capacidades numéricas y lógicas, afectando en consecuencia la formación profesional.

#### **2.4.11 Estrategias didácticas en el contexto universitario**

Todo proceso educativo requiere de una metodología que oriente la secuencia de pasos a desarrollar en las sesiones de aprendizaje universitario como parte de la planificación y ejecución docente. Esto implica la necesidad de analizar los conceptos de estrategias didácticas para la aplicación de un programa universitario alineado a los principios de la neuroeducación.

Se define estrategia didáctica como los procedimientos y recursos utilizados por parte del docente universitario, en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos. Existen dos grandes tipos de estrategias didácticas: las estrategias de enseñanza, que son utilizadas por el docente para la enseñanza y las estrategias de aprendizaje, utilizadas por el estudiante para reconocer, aprender y aplicar la información (Díaz y Hernández, 2005).

La estrategia didáctica para el presente estudio es el conjunto de actividades basadas en neuroeducación, formuladas para la activación de los DCS, que propician el aprendizaje significativo en la construcción de modelos de programación lineal, contenido fundamental para la asignatura de Investigación de Operaciones en Ingeniería.

Los pasos para la construcción y ejecución de estrategias didácticas universitarias son: el análisis de la meta de aprendizaje, la construcción del plan, la ejecución y empleo de tácticas para la mejora del aprendizaje, la supervisión y evaluación del progreso hacia la meta, la modificación de la estrategia según lo evaluado y la dirección hacia el conocimiento meta cognoscitivo (Schunk, 2012). Para Monereo, las estrategias constan de elementos fundamentales: los participantes activos (estudiantes y docentes universitarios), el contenido a enseñar (conceptual, procedimental y actitudinal), el ambiente de aprendizaje, la concepción y actitud del estudiante con respecto a su propio proceso de aprendizaje, el factor tiempo, los conocimientos previos, la modalidad de trabajo (individual o grupal) y el proceso de evaluación (Flores, Ávila, Rojas, Sáez, Acosta y Díaz, 2017).

Las estrategias de aprendizaje universitario requieren del análisis de los contenidos, la planificación y la ejecución de las actividades propuestas, donde se busca el logro de los aprendizajes, y se identifica de manera transversal la participación activa de los aprendices con un aprendizaje significativo donde se integra las emociones y la construcción de conocimientos para su propiciando la mejora continua en los planes de estudio curriculares.

#### **2.4.12 Modos del pensamiento en el aprendizaje universitario**

La identificación del comportamiento de los pensamientos durante el proceso de aprendizaje universitario es un desafío relacionado con los procesos de activación del

cerebro, las áreas de aprendizaje y el contexto que se vive durante la experiencia personal; por ello es importante analizar los modos del pensamiento que pueden orientar mejor los aprendizajes universitarios según su temporalidad y naturaleza.

Existen dos modos de pensamiento para el aprendizaje de un estudiante en ingeniería, el modo concentrado y el modo difuso, uno se encuentra o bien en uno o en otro, cambiando frecuentemente; el modo difuso puede trabajar en modo silencioso y sin activar la atención; el modo concentrado se requiere para el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias universitarias, relacionado con el análisis y la solución de problemas, que requiere la capacidad de la atención para su activación (Oakley, 2016).

El modo difuso también participa en el estudio de las matemáticas, y ayuda a buscar una nueva visión luego de estar batallando en la solución de un problema de alto nivel de abstracción, ya que a veces se requiere relajar la atención para dejar actuar la mente, al permitir que algunas áreas del cerebro hagan conexión para encontrar alternativas de respuesta que al estar concentrado intensamente puede usar pensamientos erróneos; el modo difuso incluye una visión general, este modo es útil en nuevos aprendizajes, ya que no permite concentrarse mucho al buscar un recorrido despejado. El modo concentrado se utiliza cuando ya se encuentra familiarizado con el conocimiento profesional, porque sigue un recorrido ya conocido y practicado (Oakley, 2016).

Para que el cerebro revise un problema por primera vez, centra la atención en las palabras, en el modo concentrado. En matemática universitaria, un simple cambio modifica el problema, por lo que, el modo concentrado esfuerza más al cerebro, dada la naturaleza abstracta de sus nociones, que aumenta la complejidad. Una idea de solución en la mente va a impedir encontrar una idea mejor, efecto llamado Eintellug (Instalación), obstáculo de los estudiantes de matemáticas y ciencias universitarias; el entender cómo obtener soluciones para matemática es importante, pero lo es más el aprender a dar soluciones a la vida en general, al tener en cuenta la investigación, la reflexión y la misma experiencia. Cuando se encuentra nuevos problemas donde no existen pautas neuronales que guíen el recorrido, se requiere el modo difuso que apague el enfoque preciso hacia un enfoque de grandes rasgos (Oakley, 2016).

Todo estudiante universitario tiene un lado del cerebro asociado a la atención y concentración (hemisferio izquierdo), que se especializa en el tratamiento lógico y secuencial. El lado del hemisferio derecho está asociado con la atracción difusa e interacción con el entorno y las personas, que se especializa en el procesamiento de emociones. La investigación indica que ambos hemisferios están implicados en los modos de pensamiento, ambos se requieren para aprender y ser creativo en matemáticas, al otorgar mucho esfuerzo primero al modo concentrado para aprender y luego el modo difuso para la resolución de problemas en base a los aprendido. Luego de trabajar duramente en el modo concentrado, es importante dejar que el modo difuso tome un relevo para relajar el cerebro (Oakley, 2016).

La naturaleza de los estudiantes de ingeniería de sistemas se caracteriza por la concentración en la actividad de programación o codificación, al establecer un tiempo muy dedicado al modo concentrado, y hace más difícil la adopción al modo difuso relajado. Algunos activadores del modo difuso a tener en cuenta para los jóvenes estudiantes de ingeniería son: hacer actividad física, conducir o tomar un paseo, hacer una actividad de arte, tomar una ducha, escuchar música instrumental, meditar o dormir.

#### **2.4.13 Sistemas de memoria para el aprendizaje universitario**

La memoria, como dispositivo cognitivo superior del aprendizaje en los estudiantes universitarios, tiene clasificaciones y procedimientos de acuerdo con la naturaleza y necesidades de almacenamiento y actualización de la información; por ello, es importante analizar la clasificación y distribución de los sistemas de memoria participantes en la formación profesional universitaria.

Son dos los principales sistemas de memoria: la memoria de trabajo o volátil, y la memoria a largo plazo. El repaso espaciado permite traer los recuerdos de la memoria de trabajo a la memoria de largo plazo, que es un almacén capaz de contener grandes cantidades de información pero requiere de activación de recuerdos para mantenerlos accesibles en el tiempo. El sueño ayuda a realizar conexiones neuronales para los procesos del pensamiento (Oakley, 2016).

Los bloques de memoria son piezas de información unidas a través del significado. Para nueva información, el crear un bloque de memoria en el cerebro requiere centrar la atención, crear nuevas pautas cerebrales y conexiones con otras existentes, con distracción no se puede hacer conexiones estables; la comprensión es el pegamento de trazas de memoria subyacentes, al hacer útil lo que se aprende. Finalmente, se requiere adquirir el contexto del problema, con repeticiones y prácticas con problemas relacionados y no relacionados para entrenar la aplicación o no del bloque de memoria; es la práctica la que ayudará en la ampliación de las redes neuronales al asegurar su firmeza y accesibilidad. Que el estudiante universitario escriba a mano por ejemplo, ayuda a que las ideas ingresen a la mente más fácilmente frente al uso de un teclado, y hay pruebas de ello; el repaso escrito de lo aprendido e intentar resolver los problemas sin ver la solución, ayudará a fortalecer las conexiones neuronales (Oakley, 2016).

El usar la rememoración hará concentrado y efectivo el tiempo de estudio en los estudiantes universitarios; las dosis de entrenamiento y repetición valen la pena en el fortalecimiento de los bloques de memoria y permiten hacer de la nueva habilidad una comfortable forma de pensar. Estas recomendaciones permiten al estudiante universitario desarrollar una formación de mayor calidad.

#### **2.4.14 El conectivismo en la educación remota en tiempos de la pandemia de COVID-19**

La incorporación de la tecnología en las actividades de aprendizaje en el contexto universitario inició llevando la teoría del aprendizaje a la era digital. El conectivismo ofrece un modelo de aprendizaje que reconoce que el aprendizaje donde los estudiantes y docentes trabajan y funcionan con nuevas herramientas y plataformas conectadas al internet. El conectivismo proporciona información sobre las habilidades de aprendizaje y las tareas que tanto estudiantes como docentes, necesitan para prosperar en la era digital (Siemens, 2010). Esta teoría dio el soporte para el desarrollo de clases remotas durante la pandemia.

La pandemia provocada por la COVID-19 impidió las actividades presenciales en el sector educación en más de 190 países y con más de 1200 millones de estudiantes,



al evidenciar una gran brecha en sus resultados con origen en la capacidad docente, sobre todo en la zona rural e indígena (CEPAL y UNESCO, 2020).

Esta situación generó la necesidad de cambios repentinos en las universidades, tanto para docentes como estudiantes, con problemas de resistencia, falta de preparación en modalidad remota, falta de recursos tecnológicos, conectividad, y con limitaciones para ofrecer una educación inclusiva, además de la situación económica generada que impidió que muchos estudiantes continuaran con sus estudios (Figallo, Gonzáles y Diestra, 2020).

La llegada de la pandemia del Covid-19 ha transformado la educación universitaria, cambiando las estrategias de enseñanza del profesorado y la forma de aprender de los estudiantes. La mayoría de los estudiantes no están preparados para la educación virtual; Pocos afirman tener las habilidades suficientes para utilizar herramientas virtuales en un nivel avanzado. No se encontraron diferencias significativas entre la enseñanza presencial ya distancia ni entre los métodos de enseñanza. Las habilidades de aprendizaje más desarrolladas fueron la disciplina y la autonomía, pero la mayoría consideró que la virtualización reduce el rigor del proceso educativo (Londoño-Velasco et al., 2021).

La Universidad Nacional de Cajamarca perdió un ciclo de estudios preparándose para el reinicio de las actividades académicas, por desconocimiento de la existencia de la plataforma, ausencia de procedimientos para el desarrollo de la educación remota, falta de preparación en uso de herramientas tecnológicas tanto en docentes como en estudiantes y la falta de equipos y conectividad.

Definitivamente, la pandemia fue un reto que impulsó el uso de métodos y técnicas relacionadas con la solución de problemas, al establecer estrategias para la adaptación y optimización de recursos. Como una aplicación dentro del área de la ingeniería de sistemas, significó utilizar herramientas y estrategias ya conocidas y establecidas con anterioridad.

#### **2.4.15 Teoría de la Investigación de operaciones en el contexto de la Ingeniería**

Las asignaturas de investigación de operaciones en la formación en ingeniería se basan en la optimización de los recursos que son limitados, buscando maximizar su rendimiento y utilidad, y el poder minimizar los costos y tiempos asociados a la producción y administración en áreas multidisciplinarias; el estudio de esta teoría de investigación de operaciones es importante porque ayuda a establecer una metodología para la construcción de modelos matemáticos asociados a los problemas de las organizaciones como parte del perfil profesional de la Ingeniería de Sistemas.

La investigación de operaciones es un campo de actividad interdisciplinario, de formación universitaria, que intenta desarrollar procedimientos con el fin de encontrar soluciones óptimas para el manejo de problemas; la investigación de operaciones se puede considerar como la aplicación del método científico por equipos disciplinarios a problemas que comprenden el control de sistemas organizados hombre-máquina, para dar soluciones que sirvan mejor a los propósitos de la organización como un todo. El método en la investigación de operaciones se puede dividir en las siguientes etapas: Etapa 1 Formulación del problema, Etapa 2 Construcción de un modelo matemático que represente al sistema en estudio, Etapa 3 Deducción de una solución a partir del modelo, Etapa 4 Comprobación del modelo y de la solución, Etapa 5 Establecimiento de controles sobre la solución y Etapa 6 Aplicación de la solución (Miguelena, 2000).

La investigación de operaciones ofrece un conjunto de herramientas que buscan dar solución a problemas relacionados con los procesos de ingeniería, por ello los modelos matemáticos juegan un rol importante en la solución optimizada de acuerdo a las características y las condiciones específicas de los problemas (Alzate, 2018).

La investigación de operaciones como asignatura académica, incorpora el estudio de diferentes modelos y métodos matemáticos que buscan la optimización de los procesos de una organización; cada modelo especifica la construcción de modelos matemáticos a partir de la problemática analizada al deducir su solución de acuerdo con la naturaleza del problema.

#### **2.4.16 Metodología para el planteamiento de problemas de programación lineal (PL)**

Plantear un problema en programación lineal es poder convertir los datos e información de la realidad en un sistema de variables y ecuaciones relacionadas a un problema específico de la sociedad que puede ser expresado en valores cuantitativos.

El procedimiento de la metodología comprende: la definición de variables de decisión, el establecimiento de la función objetivo, la definición de restricciones y el establecimiento de restricciones según la naturaleza de las variables. La definición de variables requiere la identificación previa de ellas para su representación con letras, con la unidad de medición (toneladas, kilómetros, kilogramos, libras, etc.). La función objetivo establece la ecuación que describe el criterio de optimización (maximización o minimización). La definición de restricciones (igualdades o desigualdades) está sujeta a las características del problema, con la verificación de unidades de medición en ambos lados de la ecuación. Finalmente, las restricciones no explícitas verifican la no negatividad de las variables, incluso si pueden ser enteras, binarias o mixtas (Izar, 2019).

Es importante identificar que existe metodologías con un proceso ordenado que ayudan a dar solución a los modelos de programación lineal; como toda metodología, se presenta una secuencia de pasos que permiten alcanzar los objetivos planteados en un problema en base a su formulación inicial.

#### **2.4.17 Modelo matemático para la programación lineal en ingeniería**

Dado que la investigación de operaciones requiere el uso de modelos matemáticos, con su identificación y organización, aquellas variables representadas matemáticamente ayudarán a simular opciones de solución en el contexto de la Ingeniería de Sistemas.

Según Pérez (2019), un modelo hace referencia a la abstracción de la realidad, que busca algunas variables y su relación que pueden ser representadas con el uso de consideraciones y elementos matemáticos que buscan optimizar los resultados. Dentro de la ciencia de investigación de operaciones descrita anteriormente, los modelos de optimización ayudan a la organización en la toma de decisiones, y permiten evaluar

diferentes posibilidades de solución hacia la búsqueda del mayor valor, en base a la situación del problema y las restricciones propias del modelamiento.

Se entiende que el modelamiento como tal es una competencia de la ciencia de la investigación de operaciones que dependerá de la abstracción, el análisis y el pensamiento crítico de la situación problema, para que a través de la aplicación de un proceso metodológico se logre obtener un modelo matemático que representa la realidad.

Dentro de los modelos matemáticos de la investigación de operaciones se encuentra el modelo de programación lineal, que hace uso de funciones lineales para optimizar la solución de problemas.

Un modelo es la construcción y elaboración de la sistematización, con situaciones muy diversas que pueden admitir modelos similares en la programación lineal. Una realidad problemática es convertida por el observador en un modelo a través de la modelización; las realidades están comprendidas en los tipos de problemas como: inventarios, reparto, secuencias, colas, renovación, caminos, competencia, búsqueda, entre otros (Suñé et al., 2016).

Un modelo de programación lineal busca la satisfacción de las condiciones y restricciones del problema, alcanzando el objetivo propuesto en forma óptima, de manera que se obtengan soluciones no negativas; estos modelos están conformados por cuatro elementos: variables de decisión, función objetivo, restricciones de limitación, y las condiciones de no negatividad (Alzate, 2018).

En la carrera de Ingeniería de Sistemas se pueden modelar diferentes situaciones problemas que se requieren en los procesos de una organización, los diseños de sistemas, las propuestas de mejora continua, la reingeniería de procesos, entre otros. Todo ello se orienta en las metodologías propias de la ingeniería de sistemas que sustentan la solución o la mejora de los sistemas.

Miguelena (2000, p. 110), señala que “en la matemática, la relación de variables se conoce como dependencia funcional o función”. Las funciones lineales o de primer grado comprenden variables con el exponente igual a uno. La programación lineal es una disciplina matemática que inquiriere los métodos para la determinación de la

solución óptima (máxima o mínima) de una función objetivo lineal de variables, con la condición de que se cumpla con una serie de restricciones expresadas en inecuaciones o ecuaciones lineales.

La programación lineal es un método de resolución de problemas, una de las técnicas más utilizadas en los métodos cuantitativos, desarrollado para ayudar a los gerentes del contexto de la organización, para tomar decisiones. La programación lineal, a diferencia de la programación computacional, significa elegir un curso de acción cuando el modelo matemático del problema contiene solo funciones lineales; los modelos de este tipo se conocen como modelos de programación matemática (Anderson y Sweeney, 2016).

Un modelo de programación lineal permite identificar una o más alternativas de solución dado un conjunto de restricciones que se basan en las limitaciones y la disponibilidad de recursos así como del estudio de la demanda de donde proviene; también se incluye la información del manejo, producción, operación y organización de actividades para establecer en su conjunto de elementos que permitan una solución óptima, todo ello orientado a la toma de decisiones. En todos estos aspectos se basa la formación en Investigación de Operaciones del estudiante de ingeniería de sistemas.

#### **2.4.18 Optimización de modelos matemáticos de programación lineal**

En el estudio universitario de la investigación de operaciones y los modelos matemáticos siempre se tendrá en cuenta que el objetivo matemático persigue la optimización de recursos. En ese contexto se analiza la optimización en función de los elementos presentes en los modelos matemáticos.

La investigación de operaciones tiene como objetivo la optimización de los problemas lineales a través de su solución, con la inclusión de los elementos de los modelos matemáticos y al orientar claramente el objetivo acorde con las necesidades de maximización (beneficios, utilidades, producción, calidad, etc.) o minimización (tiempo, costos, recursos, etc.). La solución óptima parte de un conjunto de soluciones factibles, que en función al criterio de optimización será el mayor o menor valor objetivo (Alzate, 2018).

La optimización de los modelos matemáticos es el fin de la aplicación de la ciencia de la investigación de operaciones, por ello es fundamental que los estudiantes universitarios identifiquen objetivamente la realidad problemática que desean modelar y resolver.

#### **2.4.19 Construcción del modelo matemático de programación lineal**

La construcción del modelo de programación lineal requiere el desarrollo de un procedimiento metodológico que advierta los elementos presentes y la interrelación dada como parte de la situación problema. Este procedimiento debe ser asegurado como requisito para tener un modelo correcto que permita alcanzar también una solución correcta.

La construcción de modelos matemáticos, como etapa fundamental de la investigación de operaciones, tiene como base la explicación verbal del enunciado del problema (Miguelena, 2000). El desarrollo de un modelo matemático apropiado es un arte que solo puede dominarse con la práctica y la experiencia.

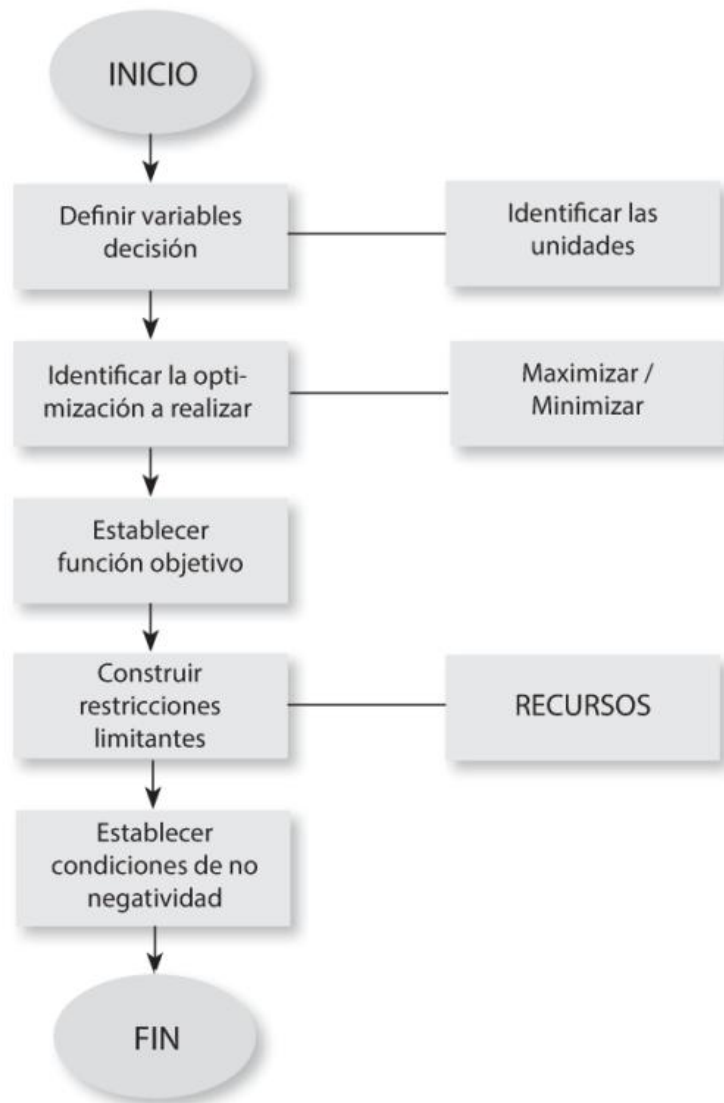
Según Anderson y Sweeney (2016, p. 254), los pasos para la construcción de modelos matemáticos de programación lineal son: Paso 1 - Entender el problema a fondo, Paso 2 - Describir el objetivo y las restricciones, Paso 3 - Definir las variables de decisión, Paso 4 - Escribir la función objetivo de las variables de decisión, Paso 5 - Escribir las restricciones en función de las variables de decisión y Paso 6 - Añadir las restricciones de no negatividad.

Para Guerrero (2017), el procedimiento de construcción del modelo de programación lineal cuenta con los siguientes pasos: Paso 1 Análisis de la información, Paso 2 Definición de variables, Paso 3 Establecimiento de la función objetivo, Paso 4 Determinación de las restricciones y Paso 5 Obtención del modelo matemático completo. Luego de la obtención del modelo matemático completo, continúan los pasos para la comprobación del modelo: Paso 6 Solución del modelo matemático, Paso 7 Prueba del modelo y la solución, Paso 8 Implantación del modelo y Paso 9 Control y retroalimentación.

Alzate (2018), muestra una metodología para la construcción de modelos matemáticos de programación lineal, y recomienda las etapas ordenadas y necesarias para lograr una solución factible y óptima. En la Figura 10 se muestran las etapas de la construcción de un modelo matemático, comprendidas básicamente por la definición de variables, función objetivo y las restricciones.

**Figura 10**

*Etapas de la construcción de modelos matemáticos*



*Nota:* Fuente: Alzate (2018).

Todos los autores inician en el análisis del problema para definir las variables del modelo, el objetivo a optimizar, definición de las restricciones y la obtención del modelo en su conjunto. Este procedimiento determina la definición del modelo matemático que requiere la exactitud y eficiencia necesaria para continuar con la metodología de la investigación de operaciones en la toma de decisiones.



## 2.5 Definición de términos básicos

**Construcción de modelo de programación lineal:** Es la identificación de variables de decisión, función objetivo a optimizar y funciones lineales de restricción, a partir de una realidad problemática para determinar su solución (Anderson y Sweeney, 2016; Taha, 2017).

**Estrategia didáctica:** Procedimientos y recursos utilizados por parte del docente, en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos (Díaz y Hernández, 2005).

**Modelo de programación lineal:** Construcción y elaboración de una realidad problemática a través de la modelización matemática de funciones lineales (Suñé et al., 2016).

**Neuroeducación:** Interdisciplina que promueve la integración de las ciencias de la educación con las ciencias del desarrollo neurocognitivo de la persona humana (Waipan y Carminati, 2020).

**Programación lineal:** Método de resolución de problemas matemáticos más utilizado, desarrollado para elegir un curso de acción para un problema solo de funciones lineales (Anderson y Sweeney, 2016).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Caracterización y contextualización de la investigación

##### 3.1.1 Descripción del perfil de la Institución Educativa o red educativa.

La Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) es una institución pública dedicada al rubro de la educación superior; actualmente cuenta con sedes en las ciudades de Cajamarca, Cajabamba, Bambamarca, Celendín, Chota y Jaén. La UNC cuenta con 10 facultades: Ciencias agrarias, Ciencias de la salud, Ciencias económicas, contables y administrativas, Ciencias sociales, Ciencias veterinarias, Derecho y ciencias políticas, Educación, Ingeniería, Ciencias pecuarias y Medicina humana, que albergan a 21 carreras profesionales de pregrado, entre las que se encuentra la carrera de Ingeniería de Sistemas.

La sede Cajamarca dispone de una infraestructura adecuada, modernos laboratorios, centros experimentales, zonas de esparcimiento, entre otros. Actualmente, cuenta con un aproximado de 1327 trabajadores, aproximadamente 500 docentes y 9755 estudiantes, de los cuales 31 docentes y 1 administrativo están adscritos al Departamento de Sistemas, Estadística e Informática; 353 estudiantes están matriculados en la carrera de ingeniería de sistemas. Todos los estudiantes han sido seleccionados por examen de admisión de conocimientos, al establecer el estricto ingreso por orden de méritos, según sea la modalidad.

##### 3.1.2 Breve reseña histórica de la Institución Educativa o red educativa

La Universidad Nacional de Cajamarca fue fundada en el año de 1962; a través de sus 48 años de funcionamiento, la UNC se ha orientado a desarrollar el capital humano que requiere la región y la nación, al liderar la educación superior en el norte del país, y al garantizar a los estudiantes una formación profesional que permita ejercer las profesiones con capacidad competitiva y moral.

La carrera de ingeniería de sistemas se creó en el año 1992, gracias al estudio integral de justificación de la carrera liderado por el ingeniero civil Carlos Rodríguez Black. Actualmente cuenta con un aproximado de 655 egresados distribuidos en 23 promociones. El primer director de la carrera fue el ingeniero Civil, Juan Astecker, y en sus primeros años se contaba con solo cuatro ingenieros de la especialidad en sistemas; en la actualidad se cuenta con 16 ingenieros de sistemas, docentes a tiempo completo, de los cuales 10 son nombrados y 6 son contratados. En los últimos 5 años se observa una demanda positiva en los postulantes a la carrera, con 300 postulantes y 60 ingresantes en promedio por año. Aproximadamente un 15% de los ingresantes culminan su carrera.

### **3.1.3 Características demográficas y socioeconómicas**

En la UNC se cuenta con estudiantes de la misma ciudad de Cajamarca, de otras provincias y distritos, así como de otras regiones del Perú, con edades promedio entre 16 y 25 años. La condición socioeconómica es variable, donde sobresalen los estudiantes de condición media y baja. Las modalidades de ingreso son inclusivas: ordinaria, meritatoria, centro preuniversitario, personas con discapacidad, víctimas del terrorismo, comunidades nativas o campesinas y deportistas destacados.

### **3.1.4 Características culturales y ambientales**

La UNC busca el desarrollo integral de sus estudiantes, con la realización de actividades extracurriculares orientadas al deporte, la música y las danzas; asimismo se realizan eventos anuales como: el cachimbo, las olimpiadas universitarias, ferias de ciencia y tecnología por carreras, aniversario de las carreras, y en el caso puntual de la carrera, la Semana Sistémica, donde se organizan ponencias, concurso de proyectos, talleres tecnológicos, maratón de programación, actuación de talentos, gymkanas, deportes y baile de gala, con la participación de la comunidad universitaria. Sobresalen las limitaciones en el mantenimiento del campus universitario con respecto a los servicios de agua, desagüe y saneamiento, así como el manejo de residuos sólidos, situación que dificulta el normal desarrollo de actividades además de ser un latente problema ambiental.

## **3.2 Hipótesis de la investigación**

### **3.2.1.1 Hipótesis general**

La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

### **3.2.1.2 Hipótesis específicas**

H<sub>1</sub>: La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la identificación de variables para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

H<sub>2</sub>: La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la definición de variables para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

H<sub>3</sub>: La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la definición de la función objetivo para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

H<sub>4</sub>: La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la identificación y definición de restricciones para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

H<sub>5</sub>: La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la obtención de modelos de programación lineal para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

### **3.3 Variables de investigación**

Variable independiente (VI):

Aplicación de Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación

Variable dependiente (VD):

Construcción de modelos de programación lineal

### 3.4 Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Matriz de Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS / INSTRUMENTOS
<b>V.I.</b> <b>Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación</b>	Procedimientos que se utilizan en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos, aplicando los conocimientos sobre los procesos cerebrales: emoción, atención, memoria y motivación, identificados como dispositivos cognitivos básicos para el aprendizaje.	Programa de aplicación con estrategias neurodidácticas basadas en los procesos cerebrales de los dispositivos cognitivos básicos del aprendizaje para la activación de la emoción, la atención, la memoria y la motivación, durante el aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias neurodidácticas para entrenar la <b>emoción</b></li> <li>• Estrategias neurodidácticas para entrenar la <b>atención</b></li> <li>• Estrategias neurodidácticas para entrenar la <b>memoria</b></li> <li>• Estrategias neurodidácticas para entrenar la <b>motivación</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participa de la actividad neuroeducando la emoción ESCALA DICOTÓMICA SÍ/NO</li> <li>• Participa de la actividad neuroeducando la atención ESCALA DICOTÓMICA SÍ/NO</li> <li>• Participa de la actividad neuroeducando la memoria ESCALA DICOTÓMICA SÍ/NO</li> <li>• Participa de la actividad neuroeducando la motivación ESCALA DICOTÓMICA SÍ/NO</li> <li>• Nivel de satisfacción con cada estrategia ESCALA LIKERT: 1(NADA SATISFECHO) AL 5 (MUY SATISFECHO)</li> </ul>	Encuesta / Cuestionario de encuesta

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICAS / INSTRUMENTOS</b>
<b>V.D.  Construcción de modelos de programación lineal</b>	La construcción de un modelo de programación lineal consiste en identificar variables de decisión, función lineal objetivo a optimizar y funciones lineales de restricción, a partir de una realidad problemática para determinar su solución.	Elaboración de un modelo de programación lineal al organizar las variables de decisión, la función objetivo y las restricciones a partir de la formulación de un problema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de variables</li> <li>- Definición de variables</li> <li>- Definición de la función objetivo</li> <li>- Identificación y definición de restricciones</li> <li>- Obtención del modelo de programación lineal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de identificación de variables ESCALA LIKERT: Bueno (4) Regular (2) Deficiente (1) Nulo (0)</li> <li>• Nivel de definición de variables ESCALA LIKERT: Bueno (4) Regular (2) Deficiente (1) Nulo (0)</li> <li>• Nivel de definición de la función objetivo ESCALA LIKERT: Bueno (4) Regular (2) Deficiente (1) Nulo (0)</li> <li>• Nivel de identificación de las restricciones ESCALA LIKERT: Bueno (4) Regular (2) Deficiente (1) Nulo (0)</li> <li>• Nivel de organización del modelo de programación lineal ESCALA LIKERT: Bueno (4) Regular (2) Deficiente (1) Nulo (0)</li> </ul>	<p>Evaluación educativa / Pruebas de conocimientos</p> <p>Pre test, Post test 1 y Post test 2</p> <p>Rúbrica de evaluación</p> <p>Ficha de evaluación</p>

### 3.5 Población y muestra

#### 3.5.1.1 Población

La población estuvo conformada por 120 estudiantes matriculados en las asignaturas de Investigación de Operaciones, en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, en el semestre académico 2020-1.

#### 3.5.1.2 Muestra

La muestra fue no probabilística o dirigida, igual a la población (120 estudiantes), ya que se efectuó un experimento con todos los casos de la población sin exclusión (Hernández Sampieri et al., 2014). Se consideró la unión de 4 secciones (30 estudiantes en cada sección) según la distribución de la Tabla 4. Por información de ciclos de estudios previos, un 30% de estudiantes son mujeres frente a un 70% de varones, con edades entre 17 y 20 años, y condición social económica media y baja mayoritariamente.

**Tabla 4**

*Distribución de las muestras por secciones y asignaturas*

Sección	CODIFICACIÓN	Asignatura	Nro. De estudiantes
A	A-OI	Optimización en Ingeniería I (Currículo anterior 2007)	30
B	B-OI	Optimización en Ingeniería I (Currículo anterior 2007)	30
C	C-OI	Optimización en Ingeniería I (Currículo anterior 2007)	30
A	A-IO	Investigación de Operaciones en Ingeniería I (Currículo actual 2018)	30
		Total	120



### **3.6 Unidad de análisis**

La unidad de análisis correspondió a cada estudiante matriculado en las asignaturas de Investigación de Operaciones de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Cajamarca, del semestre académico 2020-1.

### **3.7 Método de investigación**

En la presente investigación, se utilizó el método hipotético deductivo, ya que se “parte de unas aseveraciones hipotéticas y se busca contrastar dichas hipótesis, al deducir de ellas conclusiones que se deben confrontar con los hechos” (Navarro, 2015, p. 195), con apoyo del método estadístico para el manejo de los datos.

Se consideró además el método lógico inductivo, ya que se propone partir de premisas particulares para inferir en conclusiones generales (Gutiérrez, 2002), y los métodos analítico-sintético y estadístico.

### **3.8 Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo explicativa, de acuerdo con el nivel de profundidad de la investigación, ya que interesa probar si el comportamiento de una variable: programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, funciona como causa explicativa del comportamiento de otra variable: construcción de modelos de programación lineal (Ynoub, 2012).

### **3.9 Diseño de investigación**

Para la presente investigación se aplicó el diseño cuasiexperimental, pues los grupos no son aleatorios, existen en forma natural, al estar conformados antes del experimento (Hernández, 2014). Se presenta al grupo experimental que recibió el estímulo y el grupo control para garantizar que los cambios se produjeron por la variable independiente del grupo experimental.

Se aplicó un pre test y un post test, con una segunda evaluación de verificación (Post test 2) medición adicional, para el mismo tratamiento (Arias, 2021), ya que se

decidió continuar aplicando mediciones, para probar o asegurarse de los cambios de la variable dependiente, y con la finalidad de medir los efectos de las estrategias didácticas basadas en neuroeducación para la construcción de modelos de programación lineal a través de una nueva medición, en un caso nuevo para el estudiante, cuyo diseño se muestra en la Tabla 5 (Arias, 2021; Cabanillas, 2019):

**Tabla 5**

*Diseño de investigación cuasi experimental*

<b>Grupo</b>	<b>Medición de la variable dependiente (Pre Test)</b>	<b>Aplicación del tratamiento X</b>	<b>Medición de la variable dependiente (Post Test)</b>
<b>GRUPO EXPERIMENTAL (GE)</b>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
<b>GRUPO CONTROL (GC)</b>	O <sub>1</sub>	—	O <sub>2</sub>

Donde:

GE: Grupo que recibirá el estímulo experimental X (Secciones B-OI y A-IO)

GC: Grupo que no recibirá el estímulo experimental X (Secciones A-OI y C-OI)

O<sub>1</sub>: Primera observación de la variable Construcción de modelos de programación lineal en GE y GC

O<sub>2</sub>: Segunda observación de la variable Construcción de modelos de programación lineal en GE y GC

X: Estímulo experimental (Aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación)

### **3.10 Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

La encuesta es una herramienta que se aplica a personas sobre su opinión, comportamiento o percepción, al obtener datos cuantitativos o cualitativos (Arias, 2021).

“Las técnicas son complementos del método científico y el instrumento es la materialización de la técnica” (Cabanillas, 2019, p. 191).

Se utilizó la técnica de la evaluación educativa con la prueba de conocimientos como instrumento en forma de Pre test y Post test (Ver Apéndice 1). Otra técnica utilizada fue la encuesta con la aplicación del instrumento cuestionario que permitió evaluar el nivel de satisfacción de los estudiantes del grupo experimental en base a su experiencia de la participación en cada actividad planificada, dentro de la aplicación del programa de estrategias basadas en neuroeducación (Ver Apéndice 4). También se utilizó la técnica del ficha con el instrumento ficha resumen, utilizando el gestor de referencias Zotero (Corporation for Digital Scholarship, 2022).

Para la variable dependiente, objetivo de la investigación experimental, se utilizó la técnica de observación estructurada a través de los instrumentos rúbrica y ficha de evaluación. La rúbrica concebida como una matriz de evaluación de indicadores de evaluación según una escala de valoración y descriptores por cada indicador (Cabanillas, 2019).

La construcción de estos instrumentos se realizó a partir de la definición operacional de la variable Construcción de modelos de programación lineal, a través de sus dimensiones: a) Identificación de variables, b) Definición de variables, c) Identificación y definición de restricciones, d) Definición de la función objetivo y e) Obtención del modelo de programación lineal. La prueba de conocimientos está compuesta por preguntas que permiten conocer el nivel de aprendizaje de los estudiantes en un tema determinado, con lógica y conocimientos para su desarrollo y respuesta. Estas pruebas se construyeron en base a las bases teóricas a evaluar (Arias, 2021).

Para evitar la participación de variables extrañas y su efecto en la variable independiente, todos los grupos fueron de responsabilidad del investigador para asegurar la aplicación o no de la estrategia neurodidáctica tanto en el grupo experimental como en el grupo control; asimismo, la evaluación del Pre Test fue evaluada el mismo día para todos los grupos en 2 momentos inmediatos.

### 3.11 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para la sistematización de los datos se utilizó el Excel. Para el análisis estadístico descriptivo con el uso de medidas de tendencia central, como media, mediana y desviación estándar y el análisis estadístico inferencial se utilizó el software SPSS V.26, con la aplicación de la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, por ser una prueba de significación estadística que verifica si los datos tienen una distribución normal para variables cuantitativas para una muestra mayor de 50 (Romero-Saldaña, 2016).

Luego de ello se procedió a la prueba de igualdad de promedios y finalmente, la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, empleada para comparar dos muestras independientes con variables cuantitativas (Romero-Saldaña, 2013), que permitió realizar la prueba de hipótesis, al seguir los pasos de la Figura 11:

**Figura 11**

*Pasos aplicados en el análisis estadístico Inferencial*



### 3.12 Validez y confiabilidad

#### 3.12.1.1 Validez

Según Kerlinger, la validez responde a la pregunta ¿se mide lo que se desea medir?; si lo hace, la medición es válida, de lo contrario carece de validez. Por ello, la validez es el grado de realidad de una variable que se mide con el instrumento (Hernández Sampieri et al., 2014).

La validez de los instrumentos se realizó a través del juicio de expertos, al considerar a 4 doctores especialistas en Educación, en la especialidad de Matemática, Psicología e Ingeniería de sistemas (Ver Apéndice 2). En general, el proceso de validez realizado se muestra en la Figura 12:

**Figura 12**

*Proceso aplicado para la validación de instrumentos*



### 3.12.1.2 Confiabilidad

La confiabilidad es el grado de resultados consistentes y coherentes que produce un instrumento, donde su aplicación repetida produce resultados iguales (Hernández Sampieri et al., 2014).

La confiabilidad de los instrumentos se comprobó mediante la aplicación de una prueba piloto en un ciclo regular previo, con un grupo de 18 estudiantes que cursaban la asignatura de Investigación de Operaciones, con características similares a la unidad de observación, que permitió el cálculo del Alfa de Cronbach, con un  $\alpha=0.758$  de criterio de confiabilidad aceptable según Cicchetti (1994), dado que el coeficiente de consistencia interna se encuentra entre 0.70 y 0.80.

En el análisis de ítems con Pearson se obtuvo un R de 0.853, 0.487, 0.760, 0.803 y 0.841 para los ítems 1, 2, 3 4 y 5 respectivamente de la prueba de Pre test y Post test, al demostrar una confiabilidad promedio aceptable (Ver Apéndice 3) al seguir el proceso que se muestra en la Figura 13.

**Figura 13**

*Proceso aplicado para la confiabilidad de instrumentos*



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Matrices generales de resultados**

Se incluyen las matrices generales de resultados relacionados con las variables de estudio en el apéndice 6.

#### **4.2 Resultados por dimensiones de las variables de estudio**

La variable dependiente, construcción de modelos de programación lineal, objeto de estudio de la investigación aplicada, se describe a través de sus cinco dimensiones según la operacionalización; a continuación se presentan los resultados obtenidos por cada objetivo planteado. El nivel de construcción de modelos de programación lineal se divide en 5 dimensiones, que corresponden a las 5 etapas de su desarrollo: a) Identificación de variables, b) Definición de variables, c) Definición de la función objetivo, d) Identificación y definición de restricciones y e) Obtención del modelo de programación lineal. A continuación se muestra los resultados por dimensiones.

##### **4.2.1 Pre test dimensión: identificación de variables**

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión identificación de variables se muestran en la Tabla 6 y la Figura 14.

**Tabla 6**

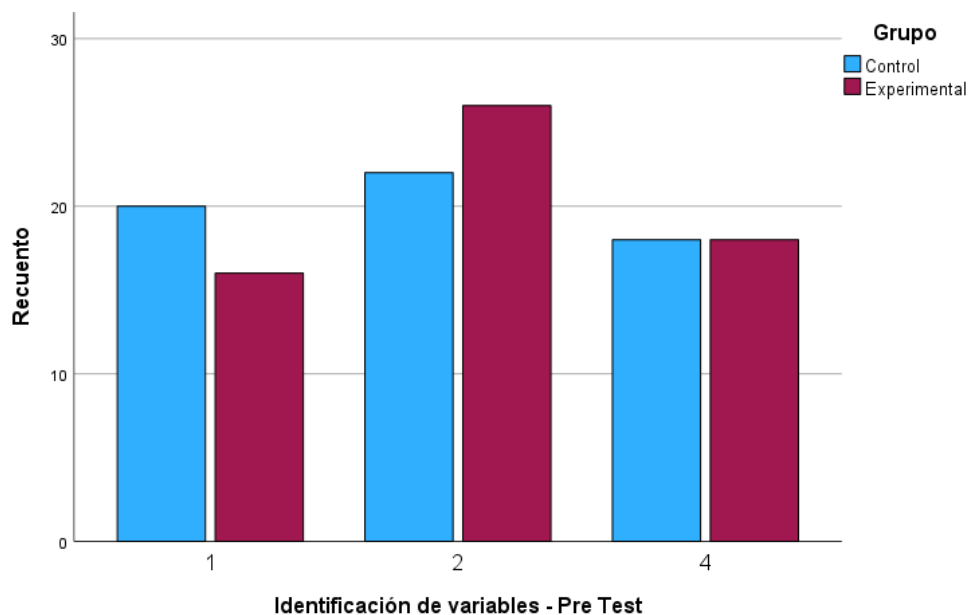
*Estadísticos descriptivos del Pre Test – Dimensión Identificación de variables*

		Identificación de variables - Pre Test - Grupo Control	Identificación de variables - Pre Test - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		2.27	2.33
Mediana		2.00	2.00
Moda		2	2
Desv. estándar		1.219	1.174
Mínimo		1	1
Máximo		4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 14**

*Gráfico de barras de puntuaciones en el pretest – Dimensión identificación de variables*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y Discusión**

En el Pre test, en la dimensión de identificación de variables, se obtuvieron puntuaciones promedio de 2.27 y 2.33 (Regular) en el grupo control como en el grupo experimental que coincidieron con la mediana; asimismo, para los dos grupos, la



menor puntuación fue 1 (Deficiente), y la mayor puntuación fue 4 (Bueno), como se puede observar en la Tabla 6.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión identificación de variables del pre test se observa en la Figura 14.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Identificación de variables” mostró un desempeño semejante en ambos grupos, al lograr en promedio el identificar correctamente el 50% de todas las variables del modelo. Esta etapa de construcción del modelo matemático requiere de la lectura y comprensión lectora del caso problema, donde algunos estudiantes presentan dificultades en la identificación correcta de variables. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de pre test.

#### 4.2.2 Pre test dimensión: definición de variables

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión definición de variables se muestran en la Tabla 7 y la Figura 15.

**Tabla 7**

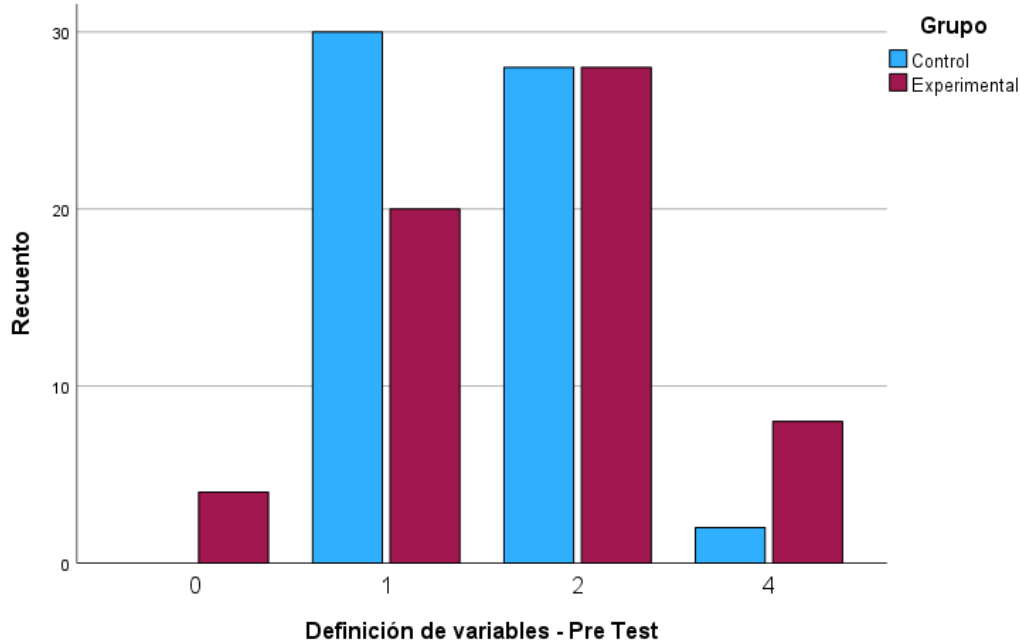
*Estadísticos descriptivos del Pre Test – Dimensión Definición de variables*

		Definición de variables - Pre Test - Grupo Control	Definición de variables - Pre Test - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		1.57	1.80
Mediana		1.50	2.00
Moda		1	2
Desv. estándar		.673	1.054
Mínimo		1	0
Máximo		4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 15**

*Gráfico de barras de puntuaciones en el pretest – Dimensión definición de variables*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y Discusión**

En el pre test, en la dimensión de definición de variables, se obtuvo promedios de 1.57 y 1.50 (Regular) para el grupo control y el grupo experimental que coincidieron con una mediana de 1.50 y 2 (Regular) para el grupo control y el grupo experimental respectivamente; la menor puntuación fue 1(Deficiente) y 0 (Nulo), para los grupos control y experimental, y la mayor puntuación fue 4 (Bueno) para ambos grupos, como se observar en la Tabla 7.

Los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, según la evaluación en el pre test de la dimensión: definición de variables, muestran en promedio un nivel deficiente ya que definen las variables del modelo de manera incorrecta.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión definición de variables del pre test se observa en la Figura 15.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Definición de variables” muestra un desempeño semejante tanto en el grupo control como el

grupo experimental, ya que solo define las variables de decisión con el nombre y la descripción del problema. Esta etapa de construcción del modelo matemático requiere de la abstracción de las unidades de medida a partir del análisis de casos, donde la totalidad de estudiantes presentan dificultades en la definición correcta de variables; es posible que los estudiantes identifiquen bien las variables, pero ello no implica que las definan correctamente. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de pre test.

#### 4.2.3 Pre test dimensión: definición de función objetivo

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión definición de función objetivo se muestran en la Tabla 8 y la Figura 16.

**Tabla 8**

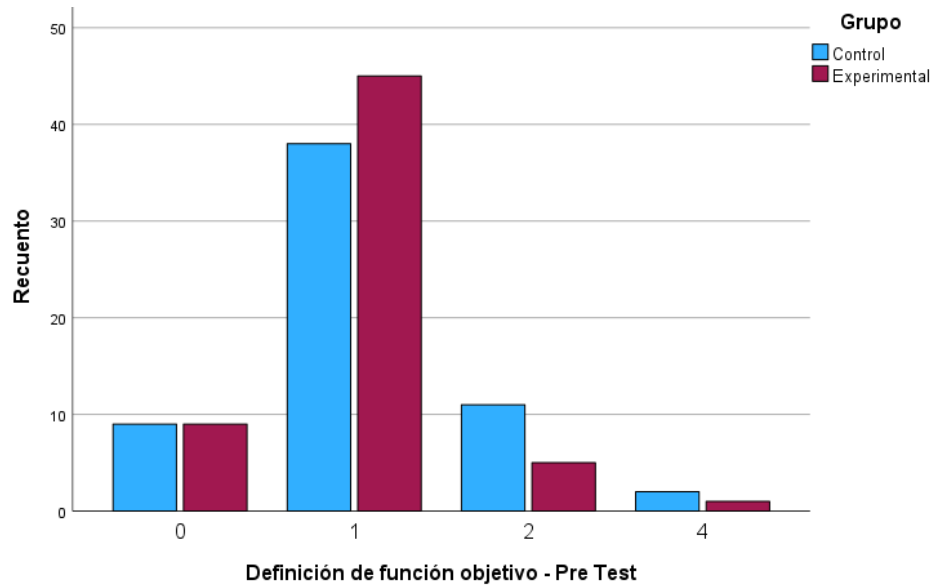
*Estadísticos descriptivos del Pre Test – Dimensión Definición de función objetivo*

		Definición de función objetivo - Pre Test - Grupo Control	Definición de función objetivo - Pre Test - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		1.13	.98
Mediana		1.00	1.00
Moda		1	1
Desv. estándar		.791	.624
Mínimo		0	0
Máximo		4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 16**

*Gráfico de barras de puntuaciones en el pretest – Dimensión definición de la función objetivo*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

En el pre test, en la dimensión de definición de la función objetivo, se obtuvo promedios de 1.13 y 0.98 (Deficiente) para el grupo control y el grupo experimental que coincidieron con la mediana 1(Deficiente); asimismo, en los dos grupos, la menor puntuación fue 0 (Nulo), y la mayor puntuación fue 4 (Bueno, como se puede observar en la Tabla 8.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión definición de la función objetivo del pre test se observa en la Figura 16.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Definición de la función objetivo” muestra un semejante desempeño tanto en el grupo control como el grupo experimental, ya que se define el objetivo y los coeficientes de la función lineal de manera incorrecta. Esta etapa de construcción del modelo matemático requiere de la abstracción del objetivo a optimizar a partir del análisis de casos, donde la totalidad de estudiantes presentan dificultades en la definición correcta de la función objetivo. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de pre test.

#### 4.2.4 Pre test dimensión: identificación y definición de restricciones

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión identificación y definición de restricciones se muestran en la Tabla 9 y la Figura 17.

**Tabla 9**

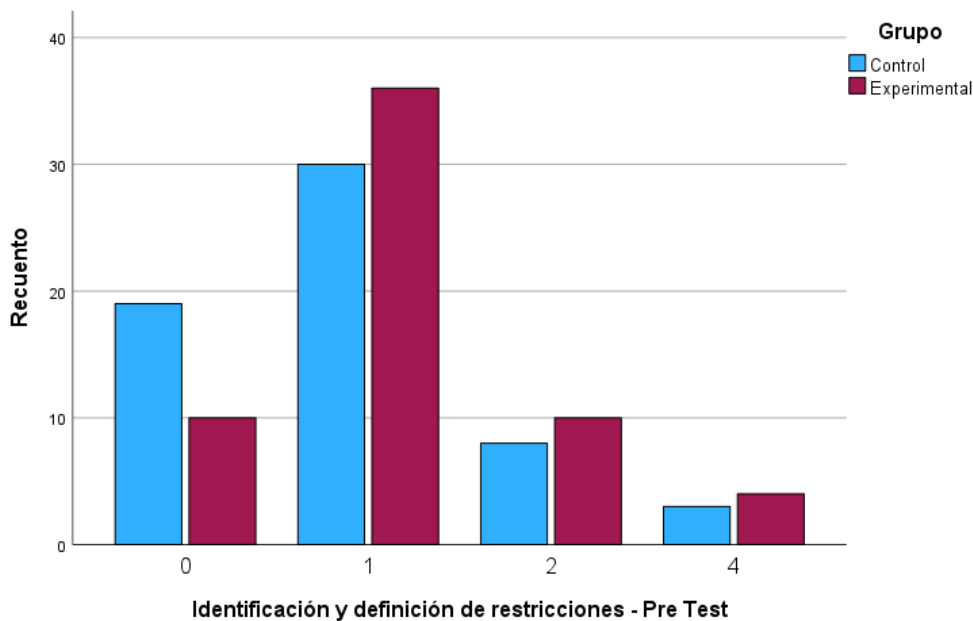
*Estadísticos descriptivos del Pre Test – Dimensión identificación y definición de restricciones*

		Identificación y definición de restricciones - Pre Test - Grupo Control	Identificación y definición de restricciones - Pre Test - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		.97	1.20
Mediana		1.00	1.00
Moda		1	1
Desv. estándar		.956	.953
Mínimo		0	0
Máximo		4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 17**

*Gráfico de barras de puntuaciones en el pretest – Dimensión identificación y definición de restricciones*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

En el pre test, en la dimensión de identificación y definición de restricciones, se obtuvo promedios de 0.97 y 1.2 (Deficiente) para el grupo control y el grupo experimental que coincidieron con la mediana 1 (Deficiente); asimismo, en ambos grupos la menor puntuación fue 0 (Nulo), y la mayor puntuación fue 4 (Bueno, como se puede observar en la Tabla 9.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión identificación y definición de restricciones del pre test se observa en la Figura 17. Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Identificación y definición de restricciones” muestra un igual y bajo desempeño tanto en el grupo control como el grupo experimental, ya que se define las restricciones como desigualdades en forma incorrecta. Esta etapa de construcción del modelo matemático requiere de la abstracción de las limitaciones presentes a partir del análisis de casos, donde la totalidad de estudiantes presentan dificultades en la identificación y definición correcta de restricciones. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de pre test.

### **4.2.5 Pre test dimensión: obtención del modelo de PL**

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión obtención del modelo de PL se muestran en la Tabla 10 y la Figura 18.

**Tabla 10**

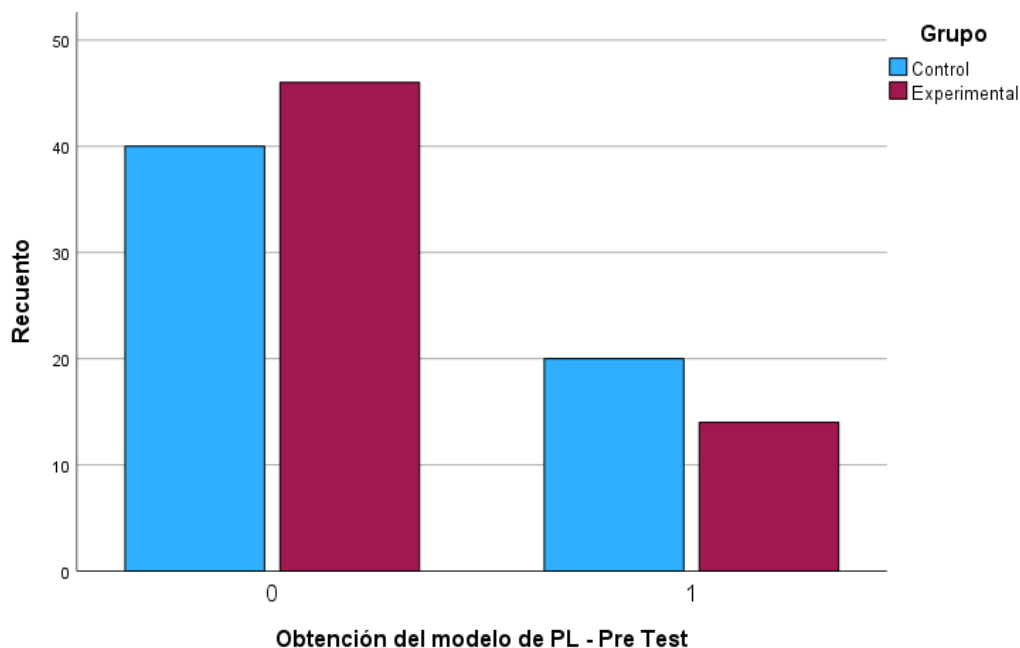
*Estadísticos descriptivos del Pre Test – Dimensión obtención del modelo de PL*

N	Obtención del modelo de PL - Pre Test - Grupo Control		Obtención del modelo de PL - Pre Test - Grupo Experimental	
	Válido	Perdidos		
		60		60
		60		60
Media		.33		.23
Mediana		.00		.00
Moda		0		0
Desv. estándar		.475		.427
Mínimo		0		0
Máximo		1		1

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 18**

*Gráfico de barras de puntuaciones en el pretest – Dimensión Obtención del modelo de PL*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

En el pre test, en la dimensión de obtención del modelo de PL, se obtuvo una puntuación promedio de 0 (Nulo) tanto para el grupo control como para el grupo

experimental que coincidieron con la mediana 0 (Nulo); asimismo, en ambos grupos la menor puntuación es 0 (Nulo), y la mayor puntuación es 1(Deficiente), como se puede observar en la Tabla 10.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión obtención del modelo de PL del pre test se observa en la Figura 18.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Obtención del modelo de programación lineal” muestra un igual y bajo desempeño tanto en el grupo control como el grupo experimental, ya que se obtiene el modelo matemático con errores. Esta etapa de construcción del modelo matemático requiere de la organización de todos los elementos correctos identificados anteriormente, en las fases previas, donde la totalidad de estudiantes presentan dificultades en la obtención correcta del modelo de programación lineal. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de pre test.

#### 4.2.6 Post test dimensión: identificación de variables

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión obtención del modelo de PL se muestran en la Tabla 11 y las Figuras 19 y 20.

**Tabla 11**

*Estadísticos descriptivos del Post test– Dimensión identificación de variables*

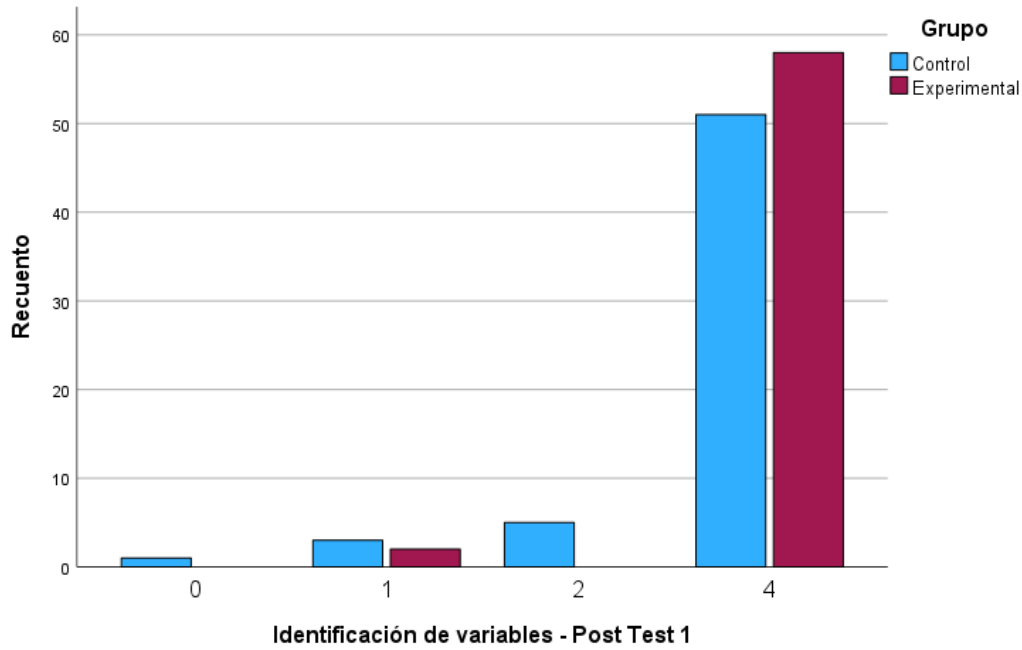
		Identificación de variables - Post Test 1 - Grupo Control	Identificación de variables - Post Test 2 - Grupo Control	Identificación de variables - Post Test 1 - Grupo Experimental	Identificación de variables - Post Test 2 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60	60	60
	Perdidos	60	60	60	60
Media		3.62	3.07	3.90	3.93
Mediana		4.00	4.00	4.00	4.00
Moda		4	4	4	4
Desv. estándar		.958	1.666	.543	.516
Mínimo		0	0	1	0
Máximo		4	4	4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.



**Figura 19**

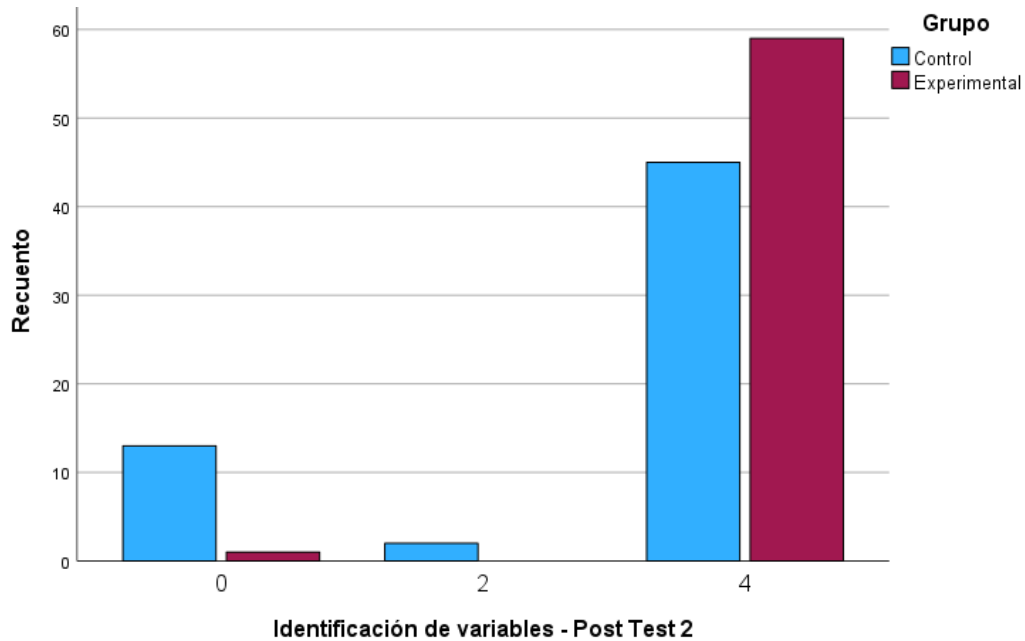
*Gráfico de puntuaciones en el post test 1 – Dimensión identificación de variables*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 20**

*Gráfico de puntuaciones en el post test 2 – Dimensión identificación de variables*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

La evaluación del Post test 1 hace referencia al diseño de investigación de Post test; sin embargo, se realizó el Post test 2 con el objetivo de verificar el conocimiento con un nuevo caso de estudio.

En el post test 1, en la dimensión de identificación de variables, se obtuvieron los promedios de 3.62 y 3.90 (Bueno) en el grupo control y en el grupo experimental que coincidieron con la mediana 4 (Bueno); la menor puntuación fue 0 (Nulo) y 1 (Deficiente) en los grupos control y experimental y la mayor puntuación de ambos grupos fue 4 (Bueno). En el post test 2 se obtuvieron puntuaciones promedio de 3.07 (Regular) y 3.93 (Bueno) en el grupo control y en el grupo experimental que coincidieron con la mediana 4 (Bueno); los valores máximo y mínimo del post test 1 fueron de 4 (Bueno) y 0 (Nulo), mientras que para el post test2 fueron de 4 (Bueno) y 1 (Deficiente) (Tabla 11).

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión identificación de variables del post test 1 y post test 2 se observa en las Figuras 19 y 20.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Identificación de variables” muestra un desempeño óptimo tanto en el grupo experimental como en el grupo control, en ambas evaluaciones del post test 1 y post test 2, ya que se logra identificar correctamente y en forma mayoritaria todas las variables del modelo. Esta etapa de construcción del modelo matemático muestra que se realizó una óptima lectura y comprensión lectora del caso problema, donde casi todos los estudiantes realizaron una identificación correcta de variables. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de post test a nivel de dimensión.

### **4.2.7 Post test dimensión: definición de variables**

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión obtención del modelo de PL se muestran en la Tabla 12 y las Figuras 21 y 22.

**Tabla 12**

*Estadísticos descriptivos del Post test– Dimensión definición de variables*

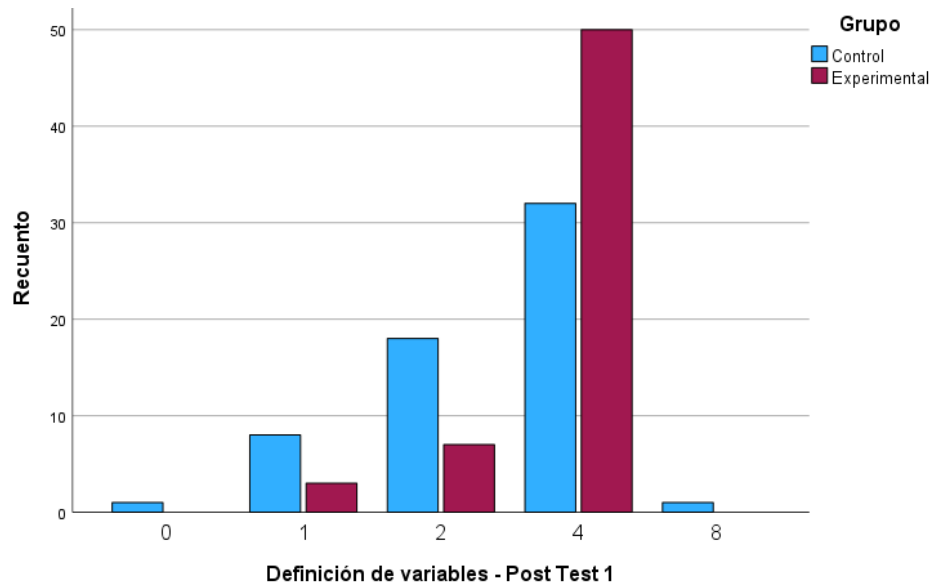
		Definición de variables - Post Test 1 - Grupo Control	Definición de variables - Post Test 1 - Grupo Experimental	Definición de variables - Post Test 2 - Grupo Control	Definición de variables - Post Test 2 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60	60	60
	Perdidos	60	60	60	60
Media		2.93	3.62	1.95	2.78
Mediana		4.00	4.00	2.00	2.00
Moda		4	4	2	2 <sup>a</sup>
Desv. estándar		1.247	.885	1.512	1.166
Mínimo		0	1	0	0
Máximo		4	4	4	4

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 21**

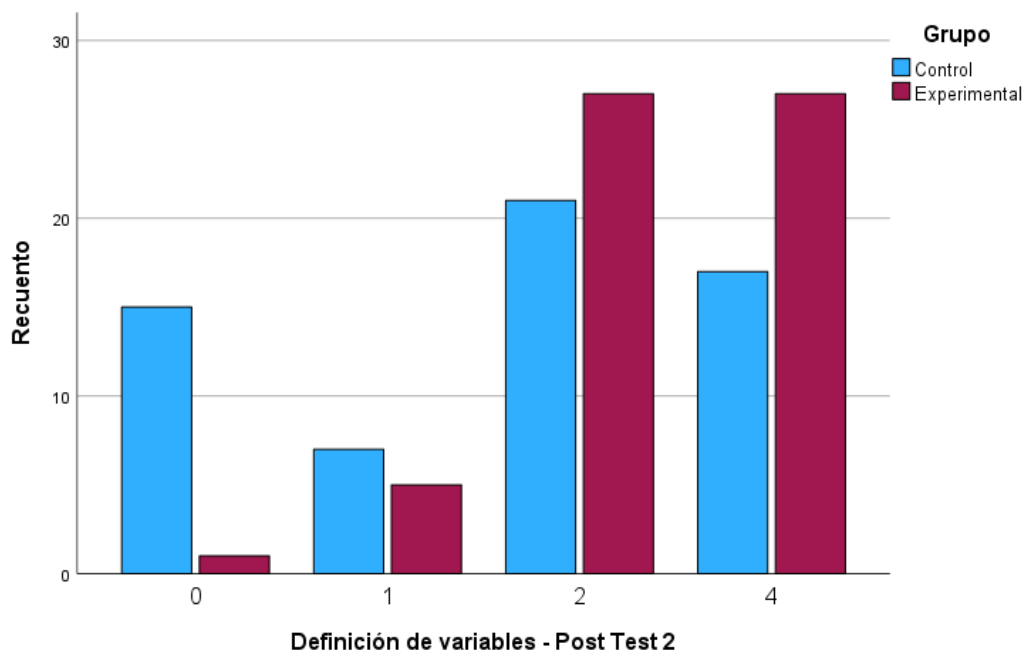
*Gráfico de puntuaciones en el post test 1 – Dimensión definición de variables*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 22**

*Gráfico de puntuaciones en el post test 2 – Dimensión definición de variables*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

En el post test 1, en la dimensión de definición de variables, se obtuvieron puntuaciones promedio de 2.93 y 3.62 (Bueno) en los grupos control y experimental respectivamente, que fueron cercanos a la mediana 4 (Bueno). En el post test 2 se obtuvieron en promedio 1.95 y 2.78 (Regular) al igual que la mediana con una puntuación de 2 (Regular) en los ambos grupos, el valor mínimo fue de 0 (Nulo) y 1 (Deficiente) para el post test 1 y de 0 para (Nulo) para el post test 2; el valor máximo para ambas evaluaciones fue de 4 (Bueno) mientras que el valor mínimo fue 1 (Deficiente) en el grupo control del post test 1 y en las demás evaluaciones se obtuvo 0 (Nulo) (Tabla 12).

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión definición de variables del post test 1 y post test 2 se observa en las figuras 21 y 22

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Definición de variables” muestra un desempeño superior en el grupo experimental, en ambas

evaluaciones del post test 1 y post test 2, ya que mayoritariamente se logra definir correctamente todas las variables del modelo, mientras que el grupo control presenta aún estudiantes con dificultades. Esta etapa de construcción del modelo matemático muestra que la definición de variables es una fase que requiere mayor atención en su desarrollo, ya que existen casos con una definición no correcta de variables. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de post test a nivel de dimensión.

#### 4.2.8 Post test dimensión: definición de función objetivo

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión obtención del modelo de PL se muestran en la Tabla 13 y las Figuras 23 y 24.

**Tabla 13**

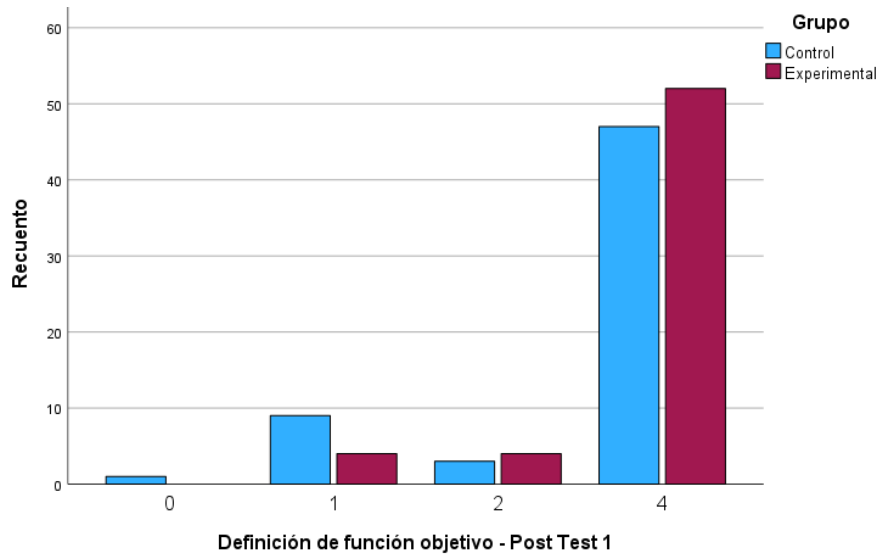
*Estadísticos descriptivos del Post test– Dimensión definición de función objetivo*

		Definición de función objetivo - Post Test 1 - Grupo Control	Definición de función objetivo - Post Test 1 - Grupo Experimental	Definición de función objetivo - Post Test 2 - Grupo Control	Definición de función objetivo - Post Test 2 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60	60	60
	Perdidos	60	60	60	60
Media		3.38	3.67	2.50	3.52
Mediana		4.00	4.00	4.00	4.00
Moda		4	4	4	4
Desv. estándar		1.209	.877	1.837	1.097
Mínimo		0	1	0	1
Máximo		4	4	4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 23**

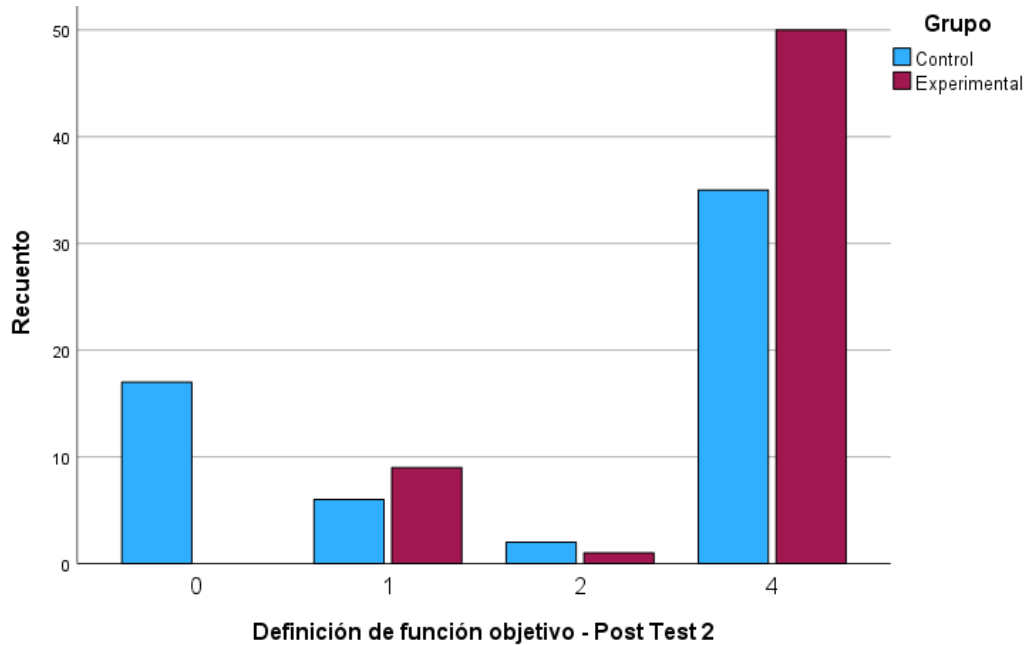
*Gráfico de puntuaciones en el post test 1 – Dimensión definición de función objetivo*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 24**

*Gráfico de puntuaciones en el post test 2 – Dimensión definición de función objetivo*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

En el post test 1, en la dimensión de definición de la función objetivo, se obtuvieron en promedio 3.38 y 3.67 (Bueno) tanto en el grupo control como en el grupo experimental que coincidieron con la mediana 4 (Bueno); en los dos grupos, la mayor puntuación fue 4 (Bueno), mientras que la menor puntuación fue 0 (Nulo) y 1 (Deficiente) para los grupos control y experimental respectivamente. En el post test 2 se obtuvieron promedios de 2.50 y 3.52 (Bueno) con una mediana de 4 (Bueno); en ambos grupos la mayor puntuación fue 4 (Bueno), mientras que la menor puntuación fue 0 (Nulo) y 1 (Deficiente) para los grupos control y experimental respectivamente (Tabla 13).

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión definición de función objetivo del post test 1 y post test 2 se observa en las Figuras 23 y 24.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Definición de la función objetivo” muestra un desempeño superior en el grupo experimental, en ambas evaluaciones del post test 1 y post test 2, ya que se logra definir la función objetivo correctamente, mientras que el grupo control presenta estudiantes con dificultades en la evaluación del post test 2. Esta etapa de construcción del modelo matemático muestra que la definición de la función objetivo es una fase que presenta dificultades, por lo que, requiere atención en su desarrollo. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de post test a nivel de dimensión.

### **4.2.9 Posts test dimensión: identificación y definición de restricciones**

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión obtención del modelo de PL se muestran en la Tabla 14 y las Figuras 25 y 26.

**Tabla 14**

*Estadísticos descriptivos del Post test– Dimensión identificación y definición de restricciones*

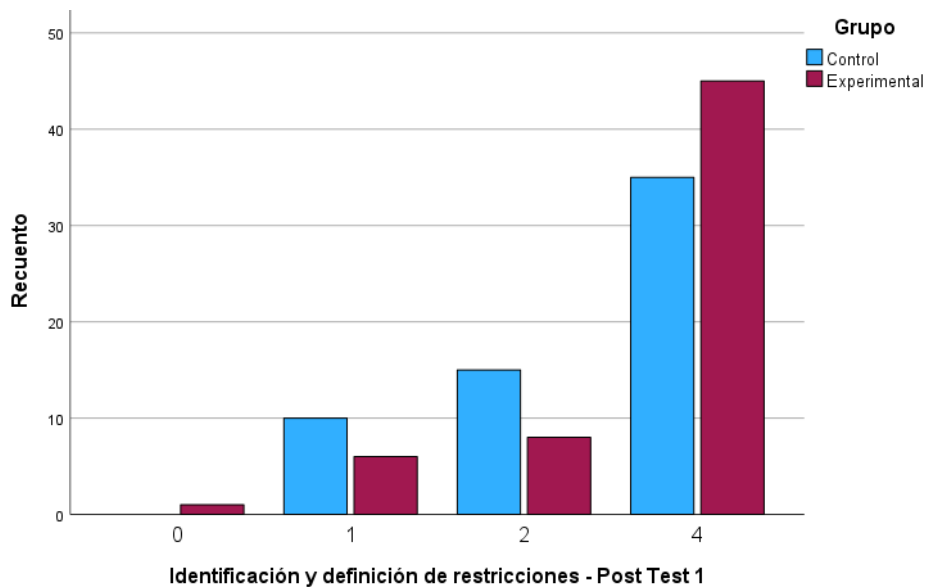
		Identificación y definición de restricciones - Post Test 1 - Grupo Control	Identificación y definición de restricciones - PostTest 1 - Grupo Experimental	Identificación y definición de restricciones - Post Test 2 - Grupo Control	Identificación y definición de restricciones - PostTest 2 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60	60	60
	Perdidos	60	60	60	60
Media		3.00	3.37	1.93	3.10
Mediana		4.00	4.00	2.00	4.00
Moda		4	4	2 <sup>a</sup>	4
Desv. estándar		1.235	1.149	1.561	1.203
Mínimo		1	0	0	0
Máximo		4	4	4	4

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 25**

*Gráfico de puntuaciones en el post test 1 – Dimensión identificación y definición de restricciones*

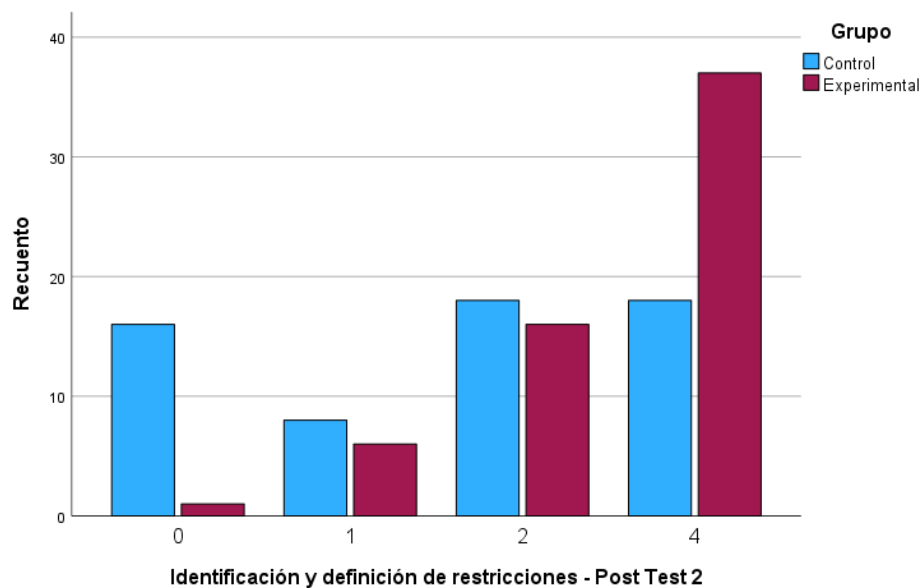


*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.



**Figura 26**

*Gráfico de puntuaciones en el post test 2 – Dimensión identificación y definición de restricciones*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

En el post test 1, en la dimensión de identificación y definición de restricciones, se obtuvieron promedios de 3 y 3.37 (Bueno) que coincidieron con la mediana de 4 (Bueno) en ambos grupos; en ambos grupos la mayor puntuación fue 4 (Bueno), y la menor puntuación fue 1 (Deficiente) y 0 (Nulo). En el post test 2, los promedios fueron de 1.93 (Regular) y de 3.1 (Bueno) con una mediana de 2 (Regular) para el grupo control y de 4 (Bueno) para el grupo experimental; en todos los grupos la mayor puntuación fue 4 (Bueno), mientras que la menor puntuación fue 0 (Nulo) (Tabla 14).

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión identificación y definición de restricciones del post test 1 y post test 2 se observa en las Figuras 25 y 26.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Identificación y Definición de restricciones” muestra un desempeño intermedio tanto en el grupo experimental como en el grupo control, en ambas evaluaciones del post test 1 y post test 2, ya que se define correctamente el objetivo (maximizar o minimizar) pero se asocia correctamente solo en un 50% los coeficientes de la función

lineal que corresponden. Esta etapa de construcción del modelo matemático muestra que la identificación y definición de restricciones es una fase que requiere mayor atención en su desarrollo, ya que existen casos con una identificación no correcta de restricciones. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de post test a nivel de dimensión.

#### 4.2.10 Post test dimensión: obtención del modelo de PL

Los valores descriptivos obtenidos en la dimensión obtención del modelo de PL se muestran en la Tabla 15 y las Figuras 27 y 28.

**Tabla 15**

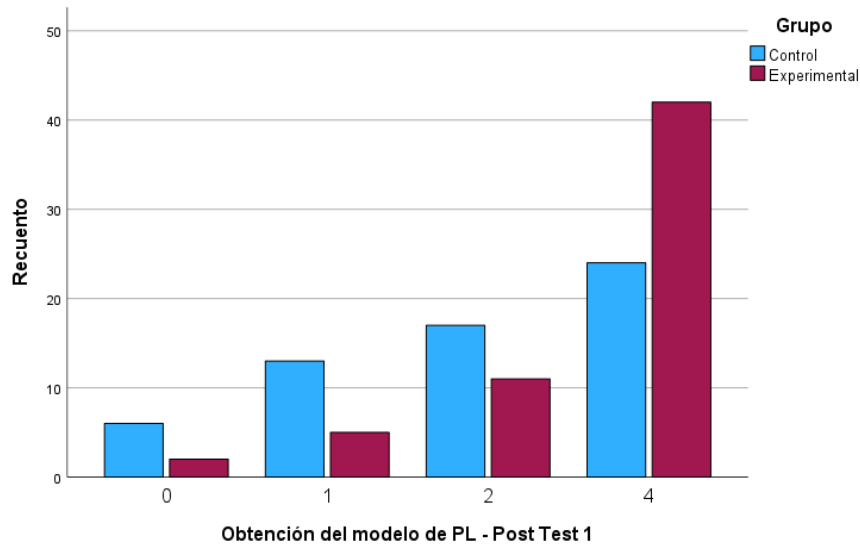
*Estadísticos descriptivos del Post test– Dimensión obtención de modelo PL*

		Obtención del modelo de PL - Post Test 1 - Grupo Control	Obtención del modelo de PL - Post Test 1 - Grupo Experimental	Obtención del modelo de PL - Post Test 2 - Grupo Control	Obtención del modelo de PL - Post Test 2 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60	60	60
	Perdidos	60	60	60	60
Media		2.38	3.25	1.52	3.00
Mediana		2.00	4.00	1.00	4.00
Moda		4	4	0	4
Desv. estándar		1.451	1.216	1.432	1.207
Mínimo		0	0	0	0
Máximo		4	4	4	4

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 27**

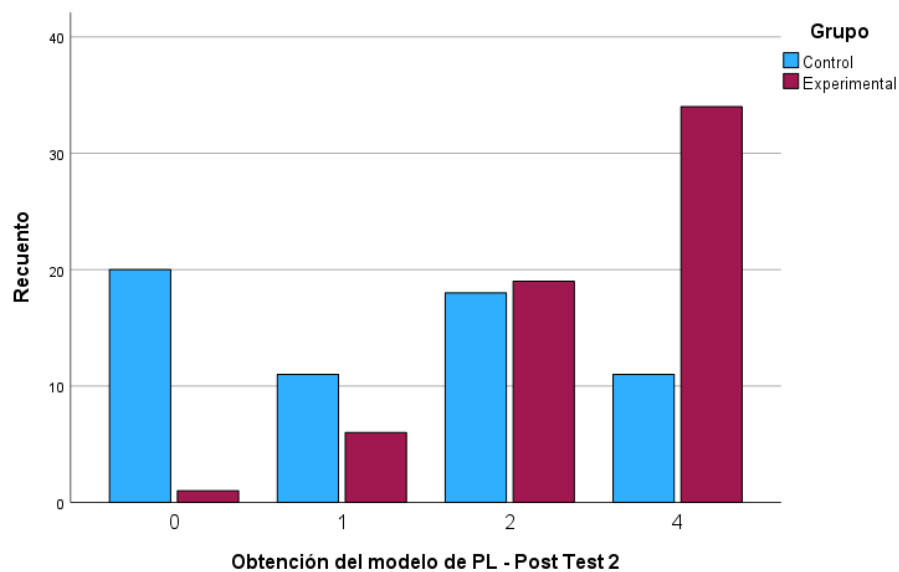
*Gráfico de barras de puntuaciones en el post test 1 – Dimensión obtención de modelo PL*



**Nota:** Fuente: *Sistematización de datos con SPSS.*

**Figura 28**

*Gráfico de barras de puntuaciones en el post test 2 – Dimensión obtención de modelo PL*



**Nota:** Fuente: *Sistematización de datos con SPSS.*

### **Análisis y discusión**

En el post test 1, en la dimensión de obtención del modelo de programación lineal, se obtuvo promedios de 2.38 (Regular) y 3.25 (Bueno) en el grupo control y una mediana de 2 (Regular) y 4 (Bueno) para los grupos control y experimental

respectivamente; asimismo, en los dos grupos la mayor puntuación fue 4 (Bueno), y la menor puntuación fue 0 (Nulo). En el post test 2, los promedios fueron de 1.52 (Regular) y 3 (Bueno) y las medianas fueron 1 (Deficiente) para el grupo control y 4 (Bueno) para el grupo experimental; en todos los grupos la mayor puntuación es 4 (Bueno), mientras que la menor puntuación fue 0 (Nulo) (Tabla 15).

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la dimensión identificación y definición de restricciones del post test 1 y post test 2 se observa en las Figuras 27 y 28.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la dimensión “Obtención del modelo de programación lineal” muestra un desempeño intermedio tanto en el grupo experimental como en el grupo control, al mantener su evaluación el grupo experimental en ambas evaluaciones del post test 1 y post test 2, ya que se obtiene el modelo matemático pero con omisiones. Esta etapa de construcción del modelo matemático muestra que obtención del modelo de programación lineal es una fase que requiere mayor atención en su desarrollo, ya que existen varios casos con una obtención deficiente del modelo de programación lineal. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de post test a nivel de dimensión.

**Tabla 16***Resultados de medianas consolidadas de la investigación*

Fases de la construcción de los modelos de PL	Pre Test			Post Test 1			Post Test 2		
	_____		Diferencia %	_____		Diferencia %	_____		Diferencia %
	GC	GE		GC	GE		GC	GE	
Identificación de variables	2	2	0	4	4	0	4	4	0
Definición de variables	2	2	25	4	4	0	2	2	0
Definición de la función objetivo	1	1	0	4	4	0	4	4	0
Identificación y definición de restricciones	1	1	0	4	4	0	2	4	50
Obtención del modelo de PL	0	0	0	2	4	50	1	4	75
<b>CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE PL</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>15%</b>

*Nota:* GC (Grupo Control) y GE (Grupo Experimental)**Análisis y discusión**

A partir de los resultados de todas las medianas obtenidas por dimensiones y por las evaluaciones de pre test, post test 1 y post test 2 se obtuvo la Tabla 16 donde se puede observar que el aprendizaje de las etapas “Identificación de variables” y “Definición de la función objetivo” tienen un comportamiento similar tanto en el grupo control como en el grupo experimental.

Con respecto a la dimensión “Identificación de variables”, se observa una mediana de 2 (Regular) en ambos grupos en el Pre Test, para luego lograr el puntaje máximo de 4 (Bueno) tanto en el Post Test 1 y Post Test 2; la evaluación de 2 (Regular) en

términos de la dimensión “identificación de variables” significa que el estudiante identificó correctamente el 50% de todas las variables del modelo, es decir hay un 50% de acierto, sin embargo, ambos grupos llegan a obtener la calificación máxima de 4 (Bueno) tanto en el post test 1 como en el post test 2, donde el estudiante identificó correctamente todas las variables del modelo.

En la dimensión “Definición de variables”, se observa una mediana 2 (Regular) en los grupos control y experimental respectivamente en el Pre Test, para luego lograr el puntaje máximo de 4 (Bueno) en el Post Test 1 y un puntaje de 2 (Regular) en el Post Test 2; la evaluación de 2 (Regular) en términos de la dimensión “definición de variables” significa que el estudiante definió las variables de decisión al incluir el nombre y la descripción del problema, y omitió la unidad de medición, con un 50% de acierto.

Para la dimensión “Definición de la función objetivo”, se observa una mediana de 1 (Deficiente) en ambos grupos en el Pre Test, para luego lograr el puntaje máximo de 4 (Bueno) tanto en el Post Test 1 y Post Test 2; la evaluación de 1 (Deficiente) en términos de la dimensión “identificación de la función objetivo” significa que el estudiante definió el objetivo y los coeficientes de la función lineal de manera incorrecta, es decir hay un 0% de acierto pero lo intentó, sin embargo, ambos grupos llegan a obtener la calificación máxima de 4 (Bueno) tanto en el post test 1 como en el post test 2, donde el estudiante definió correctamente el objetivo (máx o mín) y asoció los coeficientes de la función lineal que corresponden.

Se puede atribuir que estas son las etapas más sencillas dentro de la construcción de modelos de programación lineal; la identificación de variables parte de la respuesta que se da al enunciado o pregunta, caso similar con la función objetivo que está incluida en dicha pregunta del enunciado con un previo análisis las variables y el objetivo.

En la dimensión de “definición de variables”, si bien existe una diferencia entre las medianas del grupo control y el grupo experimental de 1 (Deficiente) y 2 (Regular) respectivamente en el Pre Test, se puede observar que la evaluación en el Post Test 1 y Post test 2 se obtuvieron iguales evaluaciones para ambos grupos, al destacar la puntuación más alta de 4 (Bueno) en el Post Test 1 para lograr posteriormente una

puntuación máxima de 2 (Regular) en el Post Test 2 que correspondía a otro caso de estudio diferente al del Pre Test y al Post Test 1, que sería denominada la evaluación confirmatoria de resultados. En este aspecto la evaluación del Pre test como 1 (Deficiente) señalaba que el estudiante definió las variables de decisión solo el nombre y la evaluación de 2 (Regular) mostró que el estudiante definió las variables de decisión solo con el nombre y la descripción del problema, más no la unidad de medición. La evaluación del Post Test 1 muestra el 100% de acierto con la puntuación de 4 (Bueno) ya que el estudiante logró definir las variables de decisión con el nombre, la unidad de medición y la descripción del problema; sin embargo, en el Post test 2, los estudiantes de ambos grupos alcanzaron como mediana la puntuación de 2 (Regular), al ser un nuevo caso.

Las dimensiones con mayor diferencia en la evaluación fueron “Identificación y definición de restricciones” y “Obtención del modelo de PL”. Estas etapas son las 2 finales del proceso por lo que, de todas maneras está implícita la dificultad que incluye como requisito los pasos anteriores.

Para la dimensión “Identificación y definición de restricciones” se debe destacar que en la evaluación del pre test se obtuvo como mediana la misma calificación de 1 (Deficiente) en los dos grupos, que indicaba que los estudiantes definieron las restricciones como desigualdades en forma incorrecta, pero se evalúa como un intento. Esta condición de igualdad permanece también en la evaluación del post test 1 donde se alcanza en ambos grupos la mediana con la mayor evaluación de 4 (Bueno) ya que los estudiantes identificaron y definieron correctamente todas las restricciones como desigualdades. Sin embargo, el post test 2 no deja identificar con más claridad el nivel de aprendizaje en nuevos casos de estudio, donde el grupo control obtuvo como mediana la puntuación de 2 (Regular) ya que los estudiantes identificaron y definieron correctamente el 50% de las restricciones como desigualdades; en cambio el grupo experimental en la evaluación del post test 2 logra una mediana con evaluación de puntaje máximo 4 (Bueno) donde los estudiantes identificaron y definieron correctamente todas las restricciones como desigualdades.

En la última dimensión “Obtención del modelo de PL” ambos grupos obtuvieron el puntaje 0 (Nulo) en el pre test ya que los estudiantes no lograron a obtener modelo alguno. En ambos grupos se logra una mejora en el post test 1 pero esta vez se marca

la diferencia entre el grupo control que obtiene una mediana de puntuación 2 (Regular) donde los estudiantes obtienen el modelo matemático con algunas omisiones o errores, mientras que el grupo experimental obtuvo la puntuación máxima de 4 (Bueno) al lograr obtener el modelo matemático, sin errores ni omisiones. Esta diferencia se confirma en el post test 2 donde al presentar un nuevo caso, el grupo control obtuvo una puntuación máxima de 1 (Deficiente) como intento, ya que los estudiantes obtienen un modelo matemático solo con errores, y el grupo experimental logran una puntuación máxima de 4 (Bueno) nuevamente. A nivel de la variable total, se encuentra una diferencia superior de 3 puntos (15%) en el programa de estrategias didácticas basadas en Neuroeducación.

**Tabla 17**

*Comparación de promedio y mediana de post test 2 y evaluación formal de las asignaturas*

Grupo	Post test 2 (Investigación)		Evaluación formal de la Unidad 1	
	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio
Control	14	11	14	13
Experimental	17	16	16	16

### **Análisis y discusión**

Finalmente, se puede observar en la Tabla 17, que en la variable Construcción de modelos de programación lineal como la suma de todas las etapas, se obtuvo 6 como mediana como notas desaprobatorias para el grupo control y el grupo experimental en el pre test; luego de la aplicación del programa de estrategias didácticas en el grupo experimental y el programa tradicional, se obtuvo las notas de 16 y 20 como medianas, ambos grupos con notas aprobatorias en el post test 1, al igual que en la evaluación del post test 2, donde ambos grupos obtienen como mediana las notas aprobatorias de 14 y 17, para el grupo control y el grupo experimental respectivamente, donde resalta la puntuación final obtenida por el grupo experimental con un mayor puntaje.



La aplicación de este programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación ha mejorado la condición de los estudiantes universitarios quienes han presentado limitaciones en la construcción de modelos de programación lineal, que se evidenciaban en la forma deficiente de identificar los elementos del modelo y su interrelación. Con respecto a los conocimientos previos en matemática y ecuaciones lineales, se realizó una revisión previa antes de iniciar nuevos contenidos.

Es importante destacar que las sesiones de aprendizaje del grupo control no están ajenas de estrategias de activación de los DCS, ya que en general existen actividades que se realizan sin un conocimiento teórico o sin formación en neurociencias, algunas de modo empírico, pero al tomar ambos grupos para la investigación, se han destacado en el grupo experimental las estrategias de entrenamiento del cerebro donde se asegura la activación de los DCS para un mejor aprendizaje y en periodos repetitivos de activación.

En términos generales, no es ético discriminar a un grupo de estudiantes de ser favorecidos con estrategias que propicien un mejor aprendizaje, que vivan la experiencia del equilibrio de emociones y el esfuerzo por aprender algo nuevo, por lo que, la clase tradicional se describe como sesiones con actividades de motivación generales, sin énfasis en la reactivación de los DCS y la participación de todos los estudiantes, incluso el docente es en personalidad el mismo solo que en el grupo experimental refuerza las actividades de entrenamiento del cerebro antes, durante y después del aprendizaje, e incluso con énfasis en el proceso de la evaluación, dándole al estudiante la posibilidad, incluso la libertad de equivocarse pidiéndole sinceridad en su desarrollo al no considerar esta evaluación como parte de la evaluación de curso, sino como entrenamiento para identificar aspectos que aún se pueden mejorar. Posterior a la aplicación del programa, antes de la evaluación formal del curso (Unidad 1) se realizó unas sesiones fuera de horario con el grupo control, para que también puedan conocer de estas técnicas y de alguna manera se pueda compensar la aleatoriedad de la elección de los grupos; estas sesiones no fueron grabadas ya que fueron desarrolladas fuera del contexto de clase formal y fuera del alcance de la investigación.

Fue importante hacer la comparación de la evaluación del post test 2 con la evaluación formal de la Unidad 1 de las asignaturas de Investigación de Operaciones,

que se realizó posterior a la investigación, donde se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 17:

Con respecto a la mediana como medida de la estadística descriptiva que representa el valor de la variable de posición central en un conjunto de datos ordenados, se tiene que en el grupo control existe coincidencia (14) frente a la evaluación del grupo experimental que obtiene una mediana de 17 en el post test 2 frente a la evaluación formal con un valor muy cercano igual a 16. Con respecto al promedio hay una diferencia significativa en el grupo control, ya que el post test 2 da un valor de 11 frente a un promedio de 13 en la evaluación formal; el grupo experimental coincide en la nota promedio de 16 tanto en la evaluación del post test 2 como en la evaluación formal de la asignatura. Se puede identificar en forma general que los datos de la evaluación de la investigación se relacionan con los obtenidos en la evaluación formal mencionada.

Por el lado del docente, frente a las estrategias universitarias convencionales que aún permanecen vigentes, a pesar de la virtualidad y las clases remotas, las estrategias de enseñanza son prácticamente las mismas en su contenido.

En programación lineal, al mejorar la etapa de desarrollo más importante que es la construcción del modelo matemático, al tener una definición correcta, su solución muy probablemente también lo será, así como las decisiones tomadas a partir de ella. En base a las estadísticas de los últimos ciclos regulares 2018-1 y 2019-1 (UNC, 2022) en la evaluación de la unidad 1: Construcción de modelos de programación lineal, los estudiantes obtuvieron una media de 12 que es cercano al promedio obtenido en el grupo control en la evaluación formal de la asignatura.

### **4.3 Resultados totales de la variable dependiente**

**Objetivo General:** *Determinar la influencia de la aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, para la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.*

### 4.3.1 Pre test

Los valores descriptivos obtenidos en la variable Construcción de modelos de PL se muestran en la Tabla 18 y la Figura 29.

**Tabla 18**

*Estadísticos descriptivos del pre test– Variable Construcción de modelos de PL*

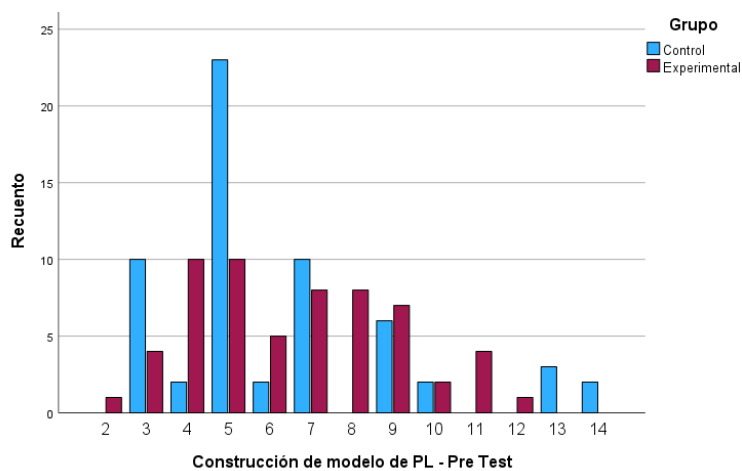
		Construcción de modelo de PL - Pre Test - Grupo Control	Construcción de modelo de PL - Pre Test - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		6.27	6.55
Mediana		5.00	6.50
Moda		5	4 <sup>a</sup>
Desv. estándar		2.875	2.452
Mínimo		3	2
Máximo		14	12

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 29**

*Gráfico de las puntuaciones obtenidas en la variable construcción de modelos de PL en el pre test*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

En la Tabla 18 se observa la evaluación del pre test de la construcción de modelos de programación de lineal, con puntuaciones promedios de 6.27 y 6.55 para los grupos control y experimental respectivamente y las medianas son de 6 para cada grupo. Los puntajes mínimos fueron de 3 para el grupo control y de 2 para el grupo experimental; los puntajes máximos fueron de 14 para el grupo control y de 12 para el grupo experimental.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la variable construcción de modelos de programación lineal en el pre test se observa en la Figura 29.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la variable “construcción de modelos de programación lineal” muestra un desempeño bajo tanto en el grupo experimental como en el grupo control, en el pre test, al destacar como correctas las fases de identificación y definición de variables, con dificultades en las fases de identificación de función objetivo, identificación y definición de restricciones, y obtención del modelo de programación lineal, al ser etapas con mayor atención y nivel de abstracción necesarias. Estos resultados no se pueden contrastar con antecedentes ya que no se cuenta con el detalle informativo de estudios de Pre test a nivel de dimensión.

### **4.3.2 Post test 1**

Los valores descriptivos obtenidos en la variable Construcción de modelos de PL se muestran en la Tabla 19 y la Figura 30.

**Tabla 19**

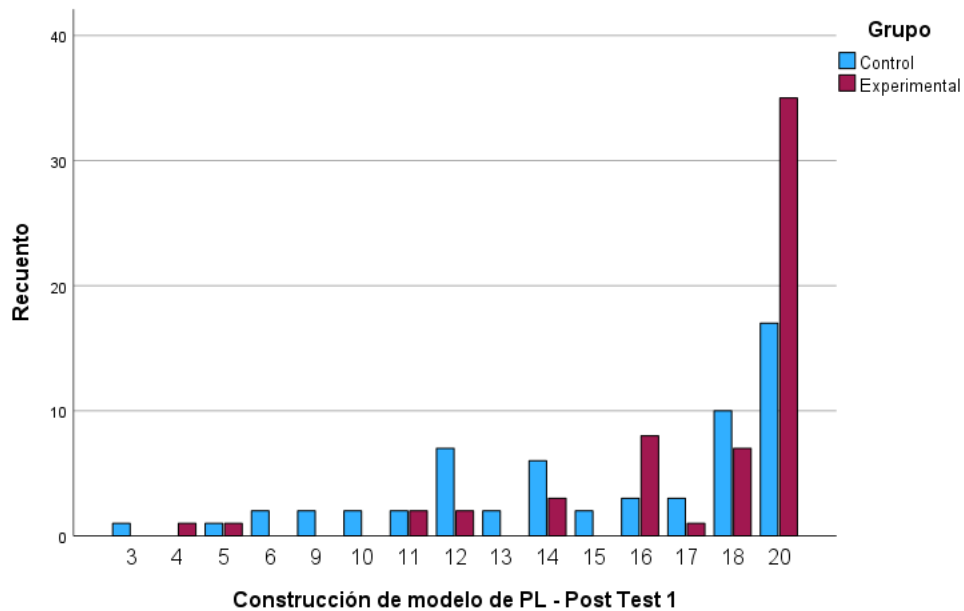
*Estadísticos descriptivos del post test 1– Variable Construcción de modelos de PL*

		Construcción de modelo de PL - Post Test 1 - Grupo Control	Construcción de modelo de PL - Post Test 1 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		15.38	17.80
Mediana		16.50	20.00
Moda		20	20
Desv. estándar		4.431	3.574
Mínimo		3	4
Máximo		20	20

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 30**

*Gráfico de las puntuaciones obtenidas en la variable construcción de modelos de PL en el post test 1*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

La evaluación del Post test 1 hace referencia al diseño de investigación de Post test; sin embargo, se realizó el Post test 2 con el objetivo de verificar el conocimiento con un nuevo caso de estudio.

En la Tabla 19 se observa la evaluación del post test 1 de la construcción de modelos de programación de lineal, con puntuaciones promedio de 15.38 y 17.80 para los grupos control y experimental respectivamente. Las medianas obtenidas fueron de 16.50 y 20 para ambos grupos. Los puntajes mínimos fueron de 3 para el grupo control y de 4 para el grupo experimental; los puntajes máximos fueron de 20 para ambos grupos.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la variable construcción de modelos de programación lineal en el post test 1 se observa en la Figura 30.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la variable “construcción de modelos de programación lineal” muestra una evaluación intermedia superior tanto en el grupo experimental como en el grupo control, al destacar el grupo experimental en el post test 1, al destacar como correctas las fases de identificación, definición de variables, e identificación de función objetivo, al presentar algunas dificultades aún en identificación y definición de restricciones, y en la obtención del modelo de programación lineal, como etapas que requieren de mayor atención y nivel de abstracción. Sin embargo, estos resultados están basados en las repuestas de enunciados ya conocidos para los estudiantes, situación que podría sesgar la evaluación.

### **4.3.3 Post test 2**

Los valores descriptivos obtenidos en la variable Construcción de modelos de PL se muestran en la Tabla 20 y la Figura 31.

**Tabla 20**

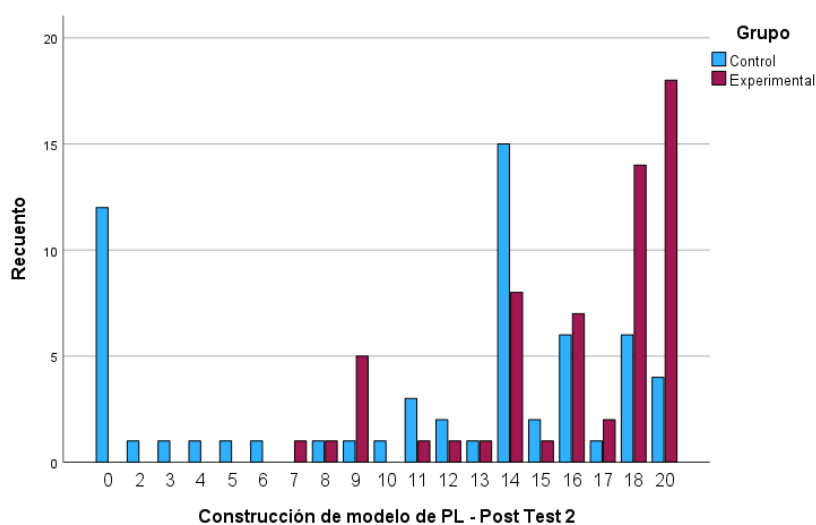
*Estadísticos descriptivos del post test 2– Variable Construcción de modelos de PL*

		Construcción de modelo de PL - Post Test 2 - Grupo Control	Construcción de modelo de PL - Post Test 2 - Grupo Experimental
N	Válido	60	60
	Perdidos	60	60
Media		10.97	16.35
Mediana		14.00	18.00
Moda		14	20
Desv. estándar		6.762	3.709
Mínimo		0	7
Máximo		20	20

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Figura 31**

*Gráfico de las puntuaciones obtenidas en la variable construcción de modelos de PL en el post test 2*



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

En la Tabla 20 se observa la evaluación del post test 2 de la construcción de modelos de programación de lineal, con puntuaciones promedio de 10.97 y 16.35 para los grupos control y experimental respectivamente y con medianas de 14 y 18 para ambos grupos. Los puntajes mínimos fueron de 0 para el grupo control y de 7 para el grupo experimental; los puntajes máximos fueron de 20 para ambos grupos.

Gráficamente, la proporción de puntuaciones obtenidas en el grupo control y el grupo experimental en la variable construcción de modelos de programación lineal en el post test 2 se observa en la Figura 31.

Con este resultado se puede observar que en promedio, la variable “construcción de modelos de programación lineal” muestra un intermedio superior solo en el grupo experimental en el post test 2, al destacar sobre la evaluación del grupo control que muestra deficiencias en un nuevo caso problema, al realizar en forma correcta solo las fases de identificación y definición de variables, y al cumplir en forma incorrecta: la función objetivo, las restricciones, y la obtención del modelo de programación lineal; las tres etapas finales requieren de mayor atención y nivel de abstracción. Estos resultados nos ofrecen resultados más cercanos a la realidad ya que están basados en las respuestas de enunciados nuevos y aún no conocidos para los estudiantes.

El desarrollo de contenidos incluyó el enseñar de una forma amena y significativa para estimular el gusto por las matemáticas y la resolución de problemas, mediante la participación dinámica de los estudiantes, la estimulación del pensamiento, el ingenio, la creatividad con el fin de lograr la solución de problemas reales, como mencionaba Polya (2014).

#### **4.4 Prueba de hipótesis**

##### **4.4.1 Prueba de normalidad grupo de control pre test**

##### **HIPÓTESIS 1**

$H_0$ : Las calificaciones del grupo control pre test se ajustan a una distribución normal.

$H_1$ : Las calificaciones del grupo control pre test NO se ajustan a una distribución normal.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 32 se realiza la prueba de hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.0$ .

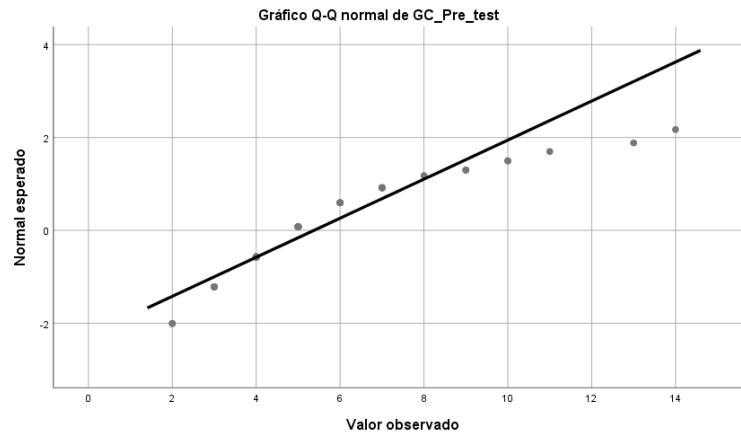


**Figura 32**

*Prueba de normalidad grupo control pre test*

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre Ctrl	.254	60	<.001	.845	60	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.001 < \alpha = 0.01$ . Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ : Las calificaciones del grupo control pre test NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

#### **4.4.2 Prueba de normalidad grupo control post test 1**

##### **HIPÓTESIS 2**

$H_0$ : Las calificaciones del grupo control post test 1, se ajustan a una distribución normal.

$H_1$ : Las calificaciones del grupo control post test 1 no se ajustan a una distribución normal.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 33 se realiza la prueba de hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

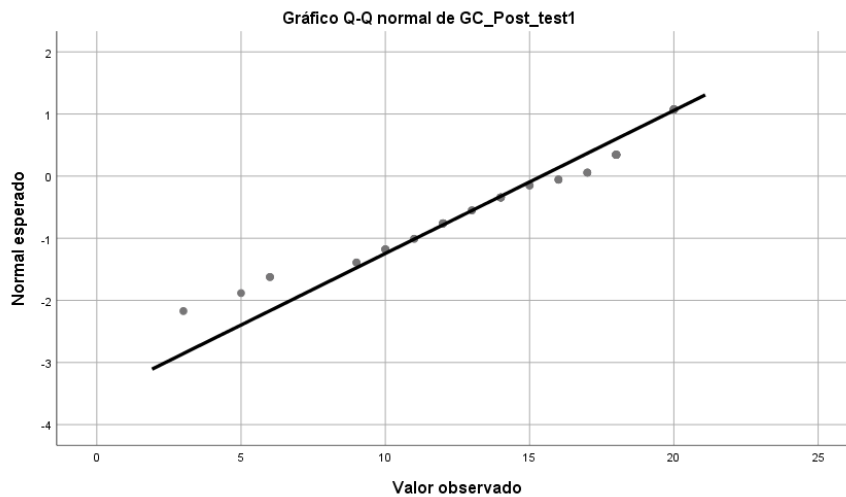
**Figura 33**

*Prueba de normalidad grupo control post test 1*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GC_Post_test1	,179	66	,000	,892	66	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al usar la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ . Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ : Las calificaciones del grupo control post test 1 NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

### 4.4.3 Prueba de normalidad grupo control post test 2

#### HIPÓTESIS 3

H<sub>0</sub>: Las calificaciones del grupo control post test 2, se ajustan a una distribución normal.

H<sub>1</sub>: Las calificaciones del grupo control post test 2 NO se ajustan a una distribución normal.

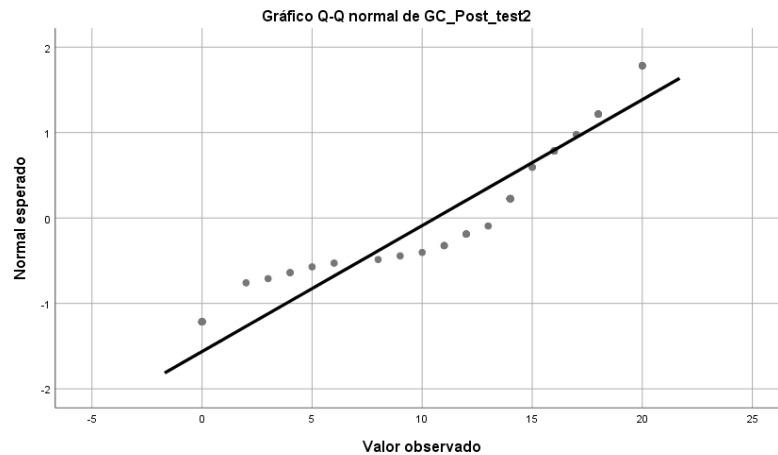
Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la H<sub>0</sub>. En la Figura 34 se realiza la prueba de hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.01.

**Figura 34**

*Prueba de normalidad grupo control post test 2*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GC_Post_test2	,222	66	,000	,855	66	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

#### Análisis y discusión

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ . Se rechaza H<sub>0</sub> y se acepta H<sub>1</sub>: Las calificaciones del grupo control post test 2 NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

#### 4.4.4 Prueba de normalidad grupo experimental pre test

#### HIPÓTESIS 4

H<sub>0</sub>: Las calificaciones del grupo experimental pre test se ajustan a una distribución normal.

H<sub>1</sub>: Las calificaciones del grupo experimental pre test NO se ajustan a una distribución normal.

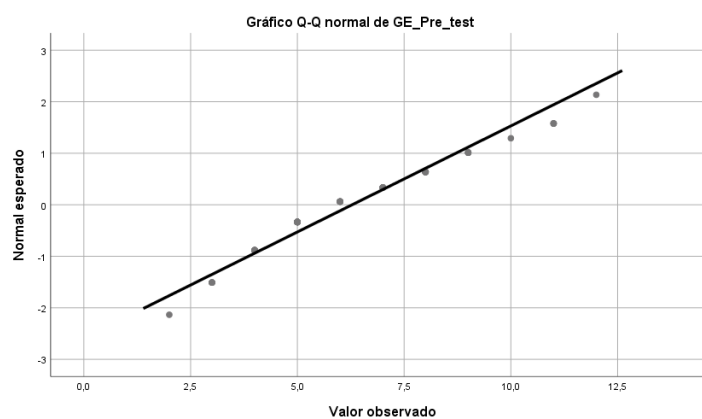
Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la H<sub>0</sub>. En la Figura 35 se realiza la prueba de hipótesis al 99% de confianza (1-  $\alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.01.

#### Figura 35

*Prueba de normalidad grupo experimental pre test*

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre Exp	.153	60	.001	.956	60	.031

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.001 < \alpha = 0.01$ . Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ : Las calificaciones del grupo experimental pre test NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

### **4.4.5 Prueba de normalidad grupo experimental post test 1**

#### **HIPÓTESIS 5**

$H_0$ : Las calificaciones del grupo experimental post test 1 se ajustan a una distribución normal.

$H_1$ : Las calificaciones del grupo experimental post test 1 NO se ajustan a una distribución normal.

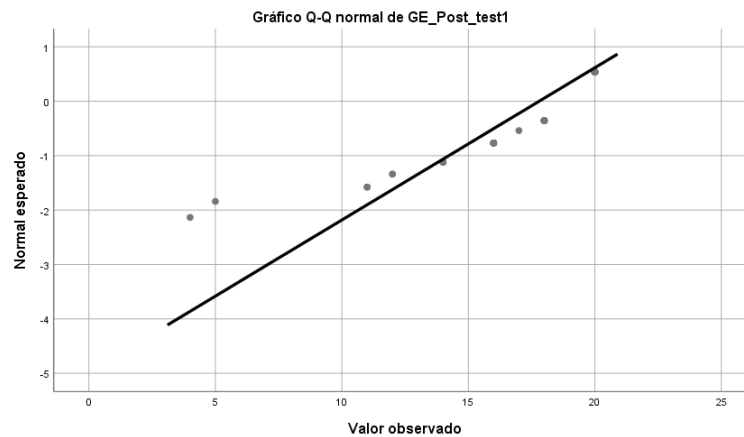
Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 36 se realiza la prueba de hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

**Figura 36**

*Prueba de normalidad grupo experimental post test 1*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GE_Post_test1	,314	60	,000	,673	60	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ . Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ : Las calificaciones del grupo experimental post test 1 NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

#### **4.4.6 Prueba de Normalidad grupo experimental post test 2**

### **HIPÓTESIS 6**

$H_0$ : Las calificaciones del grupo experimental post test 2 se ajustan a una distribución normal

H1: Las calificaciones del grupo experimental post test 2 NO se ajustan a una distribución normal

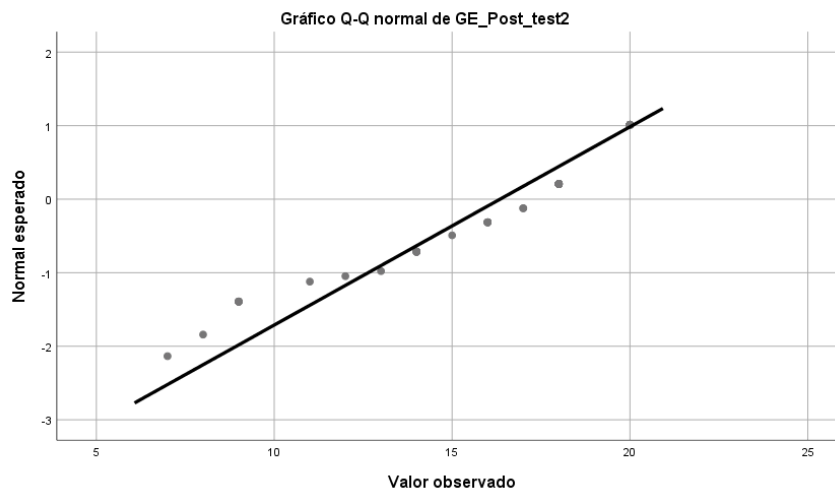
Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 37 se realiza la Prueba de hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

### Figura 37

Prueba de normalidad grupo experimental post test 2

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GE_Post_test2	,205	60	,000	,854	60	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### Análisis y discusión

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ . Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ : Las calificaciones del grupo experimental post test 2 NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

#### 4.4.7 Prueba de Normalidad para la diferencia de grupos del grupo control en post test 1

### HIPÓTESIS 7

H<sub>0</sub>: La diferencia de calificaciones del grupo control entre el post test 1 y el pre test se ajustan a una distribución normal

H<sub>1</sub>: La diferencia de calificaciones del grupo control entre el post test 1 y el pre test NO se ajustan a una distribución normal

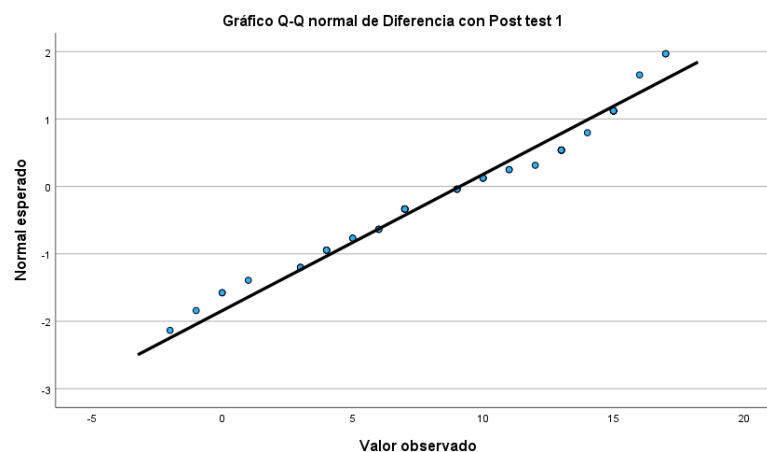
Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la H<sub>0</sub>. En la Figura 38 se realiza la Prueba de hipótesis al 95% de confianza (1-  $\alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.05.

### Figura 38

*Prueba de normalidad grupo control – Diferencia post test 1 con pre test*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia con Posttest 1	.150	60	.002	.952	60	.019

a. Corrección de significación de Lilliefors



*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### Análisis y discusión

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} = 0.002 < \alpha = 0.05$ . Se rechaza H<sub>0</sub> y se acepta



H<sub>1</sub>: La diferencia de calificaciones del grupo control entre el post test 1 y el pre test NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

#### 4.4.8 Prueba de Normalidad para la diferencia de grupos del grupo control en post test 2

### HIPÓTESIS 8

H<sub>0</sub>: La diferencia de calificaciones del grupo control entre el post test 2 y el pre test se ajustan a una distribución normal

H<sub>1</sub>: La diferencia de calificaciones del grupo control entre el post test 2 y el pre test NO se ajustan a una distribución normal

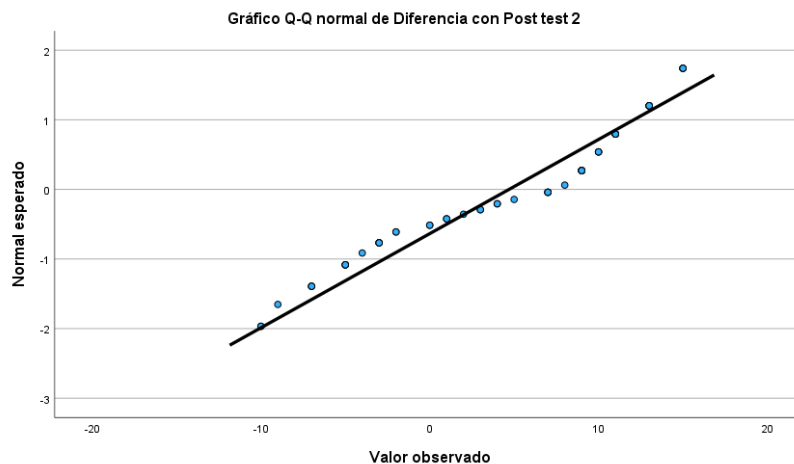
Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la H<sub>0</sub>. En la Figura 39 se realiza la Prueba de hipótesis al 95% de confianza (1-  $\alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.05.

**Figura 39**

*Prueba de normalidad grupo control – Diferencia post test 2 con pre test*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia con Post test 2	.186	60	<.001	.918	60	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors



**Nota:** Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba de Kolmogorov - Smirnov, de prueba de normalidad para datos mayores a 50, se tiene que  $p \text{ value} < 0.001 < \alpha = 0.05$ . Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ : La diferencia de calificaciones del grupo control entre el post test 2 y el pre test NO se ajustan a una distribución normal.

Para el tratamiento de esta variable se utiliza estadística no paramétrica, dado que no se ajusta a una distribución normal.

### **4.4.9 Prueba de igualdad de promedios pre test**

Para comparar los dos grupos se tiene que desarrollar previamente una prueba de igualdad de promedios.

#### **HIPÓTESIS 9**

$\mu_1$  = Calificaciones promedio de grupo control pre test.

$\mu_2$  = Calificaciones promedio de grupo experimental pre test.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (las calificaciones promedio de grupo control pre test son iguales a las calificaciones promedio de grupo experimental pre test).

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (las calificaciones promedio de grupo control pre test son distintas a las calificaciones promedio de grupo experimental pre test).

**Figura 40**

*Prueba de Igualdad de Promedios pre test*

	Puntuacion
Mann-Whitney U	1610.000
Wilcoxon W	3440.000
Z	-1.012
Asymp. Sig. (2-tailed)	.312

a. Grouping Variable: Grupo

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.312 > \alpha = 0.05$ , se acepta la  $H_0$ , las calificaciones promedio de grupo control pre test son iguales a las calificaciones promedio de grupo experimental pre test, como se muestra en la Figura 40.

Luego se aplicó el tratamiento “Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”.

#### **4.4.10 Prueba de hipótesis del grupo control (Pre Test y Post Test 1)**

##### **U DE MANN WHITNEY**

##### **HIPÓTESIS 10**

$\mu_1$  = Calificaciones del grupo control Pre Test

$\mu_2$  = Calificaciones del grupo control Post Test 1

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Las calificaciones del grupo control en el Pre Test son iguales que las calificaciones del grupo control en el Post Test 1).

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las calificaciones del grupo control en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo control en el Post Test 1).

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 41 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.01.

#### Figura 41

*Prueba de hipótesis del grupo control (Pre Test y Post Test 1)*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grupo Control - Pre Test y Post Test 1 es la misma entre categorías de Test.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,010.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

#### Análisis y discusión

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las calificaciones del grupo control en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo control en el Post Test 1.

#### 4.4.11 Prueba de hipótesis del grupo control (Pre Test y Post Test 2)

##### U DE MANN WHITNEY

##### HIPÓTESIS 11

$\mu_1 =$  Calificaciones del grupo control Pre Test

$\mu_2 =$  Calificaciones del grupo control Post Test 2

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Las calificaciones del grupo control en el Pre Test son iguales que las calificaciones del grupo control en el Post Test 2).

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las calificaciones del grupo control en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo control en el Post Test 2).

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 42 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.01.

**Figura 42**

*Prueba de hipótesis del grupo control (Pre Test y Post Test 2)*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grupo Control - Pre Test y Post Test 1 es la misma entre categorías de Test.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,010.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las calificaciones del grupo control en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo control en el Post Test 2.

#### **4.4.12 Prueba de hipótesis del grupo experimental (Pre Test y Post Test 1)**

##### **U DE MANN WHITNEY**

##### **HIPÓTESIS 12**

$\mu_1 =$  Calificaciones del grupo experimental Pre Test

$\mu_2 =$  Calificaciones del grupo experimental Post Test 1

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Las calificaciones del grupo experimental en el Pre Test son iguales que las calificaciones del grupo experimental en el Post Test 1).

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las calificaciones del grupo experimental en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo experimental en el Post Test 1).

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 43 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.01.

**Figura 43**

*Prueba de hipótesis del grupo experimental (Pre Test y Post Test 1)*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grupo Experimental - Pre Test y Post Test 1 es la misma entre categorías de Test.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,010.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### Análisis y discusión

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las calificaciones del grupo experimental en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo experimental en el Post Test 1.

#### 4.4.13 Prueba de hipótesis del grupo experimental (Pre Test y Post Test 2)

##### U DE MANN WHITNEY

##### HIPÓTESIS 13

$\mu_1 =$  Calificaciones del grupo experimental Pre Test

$\mu_2 =$  Calificaciones del grupo experimental Post Test 2

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Las calificaciones del grupo experimental en el Pre Test son iguales que las calificaciones del grupo experimental en el Post Test 2).

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las calificaciones del grupo experimental en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo experimental en el Post Test 2).

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 44 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o 0.01.

**Figura 44**

*Prueba de hipótesis del grupo experimental (Pre Test y Post Test 2)*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grupo Experimental - Pre Test y Post Test 2 es la misma entre categorías de Test.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,010.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las calificaciones del grupo experimental en el Pre Test son menores que las calificaciones del grupo experimental en el Post Test 2.

**4.4.14 Prueba de hipótesis en grupos independientes**

**U DE MANN WHITNEY - POST TEST1**

**HIPÓTESIS 14**

$\mu_1$  = Calificaciones con el método tradicional de grupo control post test 1.

$\mu_2$  = Calificaciones con el método de “Construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental).

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Las calificaciones post test 1 con el método tradicional de grupo control son iguales a las calificaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test 1.

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las calificaciones con el método tradicional de grupo control post test 1 son menores a calificaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test 1.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 45 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

**Figura 45**

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test 1*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Calificaciones_Trad1_Exper1 es la misma entre las categorías de GC1_GE1_Post_treat.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : las calificaciones con el método tradicional de grupo control post test 1 son menores a las calificaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”.



#### 4.4.15 Prueba de hipótesis en grupos independientes post test 2

#### U DE MANN WHITNEY - POST TEST2

#### HIPÓTESIS 15

$\mu_1$  = Calificaciones con el método tradicional de grupo control post test 2.

$\mu_2$  = Calificaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental) post test 2.

$H_0$ :  $\mu_1 = \mu_2$  (las calificaciones post test 2 con el método tradicional de grupo control son iguales a calificaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test 2.

$H_1$ :  $\mu_1 < \mu_2$  (Las calificaciones con el método tradicional de grupo control post test 2 son menores a calificaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test 2

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 46 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

#### Figura 46

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test 2*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Calificaciones_Trad2_Exper2 es la misma entre las categorías de GC2_GE2_Post_trat.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.000 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las calificaciones con el método tradicional de grupo control post test 2 son menores a las calificaciones con el método de “Construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”).

### **4.4.16 Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión identificación de variables**

*Objetivo específico 1:* Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la identificación de variables para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

#### **U DE MANN WHITNEY - POST TEST – Dimensión identificación de variables**

##### **HIPÓTESIS 16**

$\mu_1$  = Puntuaciones de la dimensión identificación de variables con el método tradicional de grupo control post test.

$\mu_1$  = Puntuaciones de la dimensión identificación de variables con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental) post test.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Las puntuaciones de la dimensión identificación de variables post test con el método tradicional de grupo control son iguales a las puntuaciones de la dimensión identificación de variables con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las puntuaciones de la dimensión identificación de variables con el método tradicional de grupo control post test son menores a calificaciones promedio con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 47 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

**Figura 47**

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión identificación de variables*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Identificación de variables - Post Test 2 es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula

a. El nivel de significación es de .010.

b. Se muestra la significancia asintótica.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} < 0.001 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las puntuaciones de la dimensión identificación de variables con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación.

#### **4.4.17 Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión definición de variables**

**Objetivo específico 2:** Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la definición de variables para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

## U DE MANN WHITNEY - POST TEST – Dimensión definición de variables

### HIPÓTESIS 17

$\mu_1$  = Puntuaciones de la dimensión definición de variables con el método tradicional de grupo control post test.

$\mu_2$  = Puntuaciones de la dimensión definición de variables con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental) post test.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (las puntuaciones de la dimensión definición de variables post test con el método tradicional de grupo control son iguales a las puntuaciones de la dimensión definición de variables con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las puntuaciones de la dimensión definición de variables con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 48 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

### Figura 48

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión definición de variables*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Definición de variables - Post Test 2 es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.002	Rechace la hipótesis nula

a. El nivel de significación es de .010.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Nota:** Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} = 0.002 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las puntuaciones de la dimensión definición de variables con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación.

### **4.4.18 Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión definición de función objetivo**

*Objetivo específico 3:* Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la definición de la función objetivo para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

#### **U DE MANN WHITNEY - POST TEST – Dimensión definición de función objetivo**

##### **HIPÓTESIS 18**

$\mu_1$  = Puntuaciones de la dimensión definición de función objetivo con el método tradicional de grupo control post test.

$\mu_2$  = Puntuaciones de la dimensión definición de función objetivo con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental) post test.

$H_0$ :  $\mu_1 = \mu_2$  (las puntuaciones de la dimensión definición de función objetivo post test con el método tradicional de grupo control son iguales a las puntuaciones de la dimensión definición de función objetivo con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

$H_1$ :  $\mu_1 < \mu_2$  (Las puntuaciones de la dimensión definición de función objetivo con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método

de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 49 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

**Figura 49**

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión definición de función objetivo*

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Definición de función objetivo - Post Test 2 es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula

a. El nivel de significación es de .010.  
 b. Se muestra la significancia asintótica.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

**Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} < 0.001 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las puntuaciones de la dimensión definición de función objetivo con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación.

**4.4.19 Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión identificación y definición de restricciones**

**Objetivo específico 4:** Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la identificación y definición de restricciones para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

## U DE MANN WHITNEY - POST TEST – Dimensión identificación y definición de restricciones

### HIPÓTESIS 19

$\mu_1$  = Puntuaciones de la dimensión identificación y definición de restricciones con el método tradicional de grupo control post test.

$\mu_2$  = Puntuaciones de la dimensión identificación y definición de restricciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental) post test.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (las puntuaciones de la dimensión identificación y definición de restricciones post test con el método tradicional de grupo control son iguales a las puntuaciones de la dimensión identificación y definición de restricciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las puntuaciones de la dimensión identificación y definición de restricciones con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 50 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

### Figura 50

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión identificación y definición de restricciones*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Identificación y definición de restricciones - Post Test 2 es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula

a. El nivel de significación es de .010.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Nota:** Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

## **Análisis y discusión**

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} < 0.001 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las puntuaciones de la dimensión identificación y definición de restricciones con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”.

### **4.4.20 Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión obtención del modelo de PL**

*Objetivo específico 5:* Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, en la obtención del modelo de programación lineal para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.

### **U DE MANN WHITNEY - POST TEST2 – Dimensión obtención del modelo de PL HIPÓTESIS 20**

$\mu_1$  = Puntuaciones de la dimensión obtención del modelo de PL con el método tradicional de grupo control post test.

$\mu_2$  = Puntuaciones de la dimensión obtención del modelo de PL con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación” (de grupo experimental) post test.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (las puntuaciones de la dimensión obtención del modelo de PL post test con el método tradicional de grupo control son iguales a las puntuaciones de la dimensión obtención del modelo de PL con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

$H_1: \mu_1 < \mu_2$  (Las puntuaciones de la dimensión obtención del modelo de PL con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de



“construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación”) post test.

Si  $p \text{ value} < \alpha$ , se rechaza la  $H_0$ . En la Figura 51 se realiza la prueba de la hipótesis al 99% de confianza ( $1 - \alpha$ ), donde  $\alpha = 1\%$  o  $0.01$ .

### Figura 51

*Prueba de hipótesis en grupos independientes post test – dimensión obtención del modelo de PL*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Obtención del modelo de PL - Post Test 2 es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula

a. El nivel de significación es de .010.

b. Se muestra la significancia asintótica.

*Nota:* Fuente: Sistematización de datos con SPSS.

### Análisis y discusión

Al emplear la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (para muestras independientes), se tiene que  $p \text{ value} < 0.001 < \alpha = 0.01$ , por lo que, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ : Las puntuaciones de la dimensión obtención del modelo de PL con el método tradicional de grupo control post test son menores a las puntuaciones con el método de “construcción de modelos de PL, según el programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación.

Es importante indicar que la calificación de las pruebas de conocimientos con la rúbrica de evaluación se realizó en un solo proceso, en un total de 5 días, en cada día se calificó una dimensión, para tener siempre el mismo criterio de aplicación que indicaban los descriptores y evitar un posible sesgo humano al evaluar.

Los resultados de la investigación demuestran que la aplicación de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye en la mejora del nivel de construcción de modelos de programación lineal en los estudiantes de las asignaturas de Investigación de Operaciones, en un escenario que facilita el aprendizaje, al generar que los estudiantes respondan de forma más eficiente en la unidad 1 y por ende al logro de las asignaturas, con el aseguramiento de la gestión de emociones que son un

recurso indispensable dentro de la neuroeducación, donde los estudiantes han producido emociones y se han involucrado en una participación activa.

Los resultados se relacionan con los obtenidos por Díaz et al. (2018), ya que al evaluar las emociones de los estudiantes se identificó una alta escala motivacional relacionada con el rendimiento (64,1%) frente a la escala motivacional negativa de 35,8%. Este antecedente fortalece la inclusión de actividades neurodidácticas para mejorar la construcción de los modelos de programación lineal.

Se coincide con los resultados de Al-Balushi y Al-Balushi (2018) y Ballesta-Claver et al. (2021) quienes obtuvieron una mejor respuesta en los estudiantes que participaron en el uso de estrategias de neurociencia, al alcanzar hasta un 6% y 9,28% superior del rendimiento frente al grupo control.

Finalmente, se encuentra similitud con los resultados de Tacca et al. (2019), quienes obtuvieron una relación muy fuerte de 0,72 de Spearman; entre las técnicas de neuroeducación y el nivel de aprendizaje en estudiantes universitarios; de igual manera Valdivieso et al. (2019), obtuvo 0,038 de correlación positiva que justifica y fortalece la aplicación de la neurodidáctica y la estimulación efectiva de las estructuras mentales, al hacer posible la activación del cerebro que promueve el aprendizaje significativo. Si bien no se evaluaron el tema de modelos matemáticos, se hizo uso del mismo enfoque de aprendizaje a través de emociones.

Al igual que Ballesta-Claver et al. (2021), se tuvo como objetivo la inclusión de estrategias neurodidácticas en asignaturas de matemática y física, con un diseño cuasi experimental a partir de la medición del rendimiento en las pruebas de pre test y post test; se concluyó en forma análoga que la aplicación de la neurodidáctica en la enseñanza contribuye en la formación del estudiante activo y crítico, que asume una responsabilidad en la construcción de su conocimiento, donde el docente requiere del dominio de teorías y estrategias didácticas con nuevos desafíos universitarios.

De manera muy similar a Martínez-González et al. (2018), en España se planteó como objetivo el analizar los aportes de la neurociencia en el desarrollo de competencias para el aprendizaje de matemática, con énfasis en estudiantes con problemas de aprendizaje, aspecto no considerado en la investigación, pero que sin

embargo, también orienta el fortalecimiento de la resolución de problemas y la mejora en la toma de decisiones asociada.

Al igual que Solís (2018) en su revisión documental realizada en cinco universidades de Colombia, se identificó la pertinencia de la inclusión de herramientas de neurodidáctica, y en la necesidad de una propuesta didáctica formal con ayuda de herramientas software, que en la presente investigación se logró a través de las herramientas de virtualidad en las clases, con un entorno que agrada y motiva desde ya al estudiante que interactúa con facilidad sobretodo en áreas de la computación e informática.

Se planificaron e implementaron estrategias didácticas que aseguren la activación de los DCS (atención, memoria, emoción y motivación) al igual que Romero (2018), en Lima, que analizó una propuesta basada en neurociencia y neuropedagogía, donde identificaron los ritmos de aprendizaje, la presencia de sinapsis, la inteligencia emocional, la alimentación, el ejercicio y la activación del cerebro, para el aprendizaje significativo.

En forma análoga con Calatayud y Torres (2019) de España, se tuvieron en cuenta la teoría e implicaciones metodológicas de la realización de prácticas de excelencia que estimulen la generación de neurotransmisores, para garantizar las sinapsis en el cerebro de los estudiantes, por lo que, fue preciso en la presente investigación la inclusión de técnicas que ayuden a los estudiantes a conocer lo que saben, y a dónde pueden llegar, al potenciar sus capacidades, con el aprovechamiento de sus capacidades al máximo y el buscar impregnar en la práctica los fundamentos neuroeducativos.

En contraposición al estudio realizado por Parra-Díaz et al. (2019) en México, la neuroeducación demuestra que es adecuada en los procesos de enseñanza-aprendizaje como la instrucción y la evaluación, como una colaboración de neurociencia, psicología y didáctica sin jerarquías.

Con especial énfasis se coincide con Benavidez y Flores (2019) donde se obtuvo que las emociones son básicas para el logro de aprendizajes duraderos, fundamento de la neurodidáctica, por parte de los estudiantes y los docentes que deben manejar las estrategias didácticas basadas en cómo aprende el cerebro, con las estrategias

didácticas más efectivas, aquellas que permiten la reflexión del cómo se aprende, ejercicios que toman en cuenta el interés de los estudiantes, para despertar la atención y la motivación intrínseca, con aprendizajes más duraderos.

Roman y Poenitz (2018) en Argentina concluyeron también en que un sistema educativo basado en neurociencias es un sistema inclusivo con docentes calificados y competentes en neuroeducación para ayudar a los estudiantes a alcanzar su potencial pleno. Se enfatiza que el profesional docente está llamado a conocer, comprender y el utilizar las nociones del sistema nervioso, el cerebro y sus funciones, para lograr progresos importantes en los procesos educativos. En Brasil, Falconi et al. (2018) concluyeron también en que la neuroeducación se aplica para la innovación pedagógica, al lograr enfatizar la transformación que se da en el cerebro como un factor clave; es importante la comprensión a través de la planificación, las actitudes, las palabras y las emociones, que influyen en el desarrollo del cerebro y en la forma que se aprende. La selección de estrategias metodológicas debe ser adecuada a los procesos de aprendizaje.

En Cajamarca, Cabanillas (2009) incluyó el mayor potencial de dominancia y equilibrio de la mente bilateral del hemisferio derecho (pensamiento creativo) que en la presente investigación, se orienta al modo difuso del aprendizaje del cerebro, al cual es preciso entrar en los nuevos aprendizajes antes de introducirse al modo concentrado. Este estudio a pesar de no ser reciente es el único que resalta y orienta a la neurociencia en el ámbito local y fue considerado como un antecedente por la inclusión de las neurociencias en la mejora al proceso educativo.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó de manera significativa en la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020, al obtener en el post test 1 y post test 2, un p value =0.000 menor al  $\alpha= 0.01$  en la prueba No Paramétrica de U de Mann Whitney, con una diferencia superior de 15% con el programa de estrategias didácticas basadas en Neuroeducación.
2. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó significativamente en la identificación de variables para la construcción de modelos de programación lineal, al obtener en el post test 2, un p value <0.001 menor al  $\alpha= 0.01$  en la prueba No Paramétrica de U de Mann Whitney.
3. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó significativamente en la definición de variables para la construcción de modelos de programación lineal, al obtener en el post test 2, un p value =0.002 menor al  $\alpha= 0.01$  en la prueba No Paramétrica de U de Mann Whitney.
4. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó significativamente en la definición de función objetivo para la construcción de modelos de programación lineal, al obtener en el post test 2, un p value <0.001 menor al  $\alpha= 0.01$  en la prueba No Paramétrica de U de Mann Whitney.
5. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó significativamente en la identificación y definición de restricciones para la construcción de modelos de programación lineal, al obtener en el post test 2, un p value <0.001 menor al  $\alpha= 0.01$  en la prueba No Paramétrica de U de Mann Whitney.
6. La aplicación del programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influyó significativamente en la obtención del modelo para la construcción de modelos de programación lineal, al obtener en el post test 2, un p value <0.001 menor al  $\alpha= 0.01$  en la prueba No Paramétrica de U de Mann Whitney.

## SUGERENCIAS

Se sugiere a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas el iniciarse en la formación de estrategias de neuroeducación, sobretodo en aquellas asignaturas donde el método tradicional persiste; la inclusión de la neuroeducación ayudará a los estudiantes para que tengan un desempeño más eficiente, y con emociones positivas que promueven la participación activa.

Para mejorar el nivel de rendimiento inicial en las asignaturas de Investigación de Operaciones, se sugiere a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, fortalecer en los estudiantes el contenido de las asignaturas pre requisito: matemática básica y estadística general, que ayuden a un mejor desarrollo de los temas de programación lineal y los modelos matemáticos.

Se sugiere a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, la inclusión de estrategias basadas en neuroeducación, con la activación de los dispositivos cognitivos superiores (DCS): atención, memoria, emoción y motivación, donde existen diversas alternativas para cada elemento, y su éxito dependerá de la práctica en su uso, en base al aprendizaje con emoción, con novedad, y una permanente activación del cerebro, que ayude a fortalecer la formulación de modelos de programación lineal y por ende, la toma de decisiones asociada a su construcción.

## REFERENCIAS

- Al-Balushi, K. A., y Al-Balushi, S. M. (2018). Effectiveness of brain-based learning for grade eight students' direct and postponed retention in science. *International Journal of Instruction*, 11(3), 525-538. Scopus. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11336a>
- Alzate Montoya, P. M. (2018). *Investigación de operaciones: Conceptos fundamentales*. Ediciones de la U. <https://elibro.net/es/lc/eapisunc/titulos/70314>
- Anderson, D., y Sweeney, D. (2016). *Métodos cuantitativos para los negocios* (13a.). Cengage Learning. <https://upn.vitalsource.com/reader/books/9786075228518>
- Arias, J. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. [https://www.researchgate.net/publication/352157132\\_DISENO\\_Y\\_METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION)
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Editorial Paidós Ibérica S.A. <https://www.worldcat.org/title/adquisicion-y-retencion-del-conocimiento-una-perspectiva-cognitiva/oclc/49998816>
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas. <https://www.worldcat.org/title/psicologia-educativa-un-punto-de-vista-cognoscitivo/oclc/26506200>
- Ballesta-Claver, J., Blanco, M. F. A., y Pérez, I. A. G. (2021). A revisited conceptual change in mathematical-physics education from a neurodidactic approach: A pendulum inquiry. *Mathematics*, 9(15). Scopus. <https://doi.org/10.3390/math9151755>
- Benavidez, V., y Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Revista WIMBLU*, 14(1), Art. 1. <https://doi.org/10.15517/wl.v14i1.35935>
- Brandišauskienė, A., Česnavičienė, J., Daugirdienė, A., y Bruzgelevičienė, R. (2020). Exiting from the low learning achievement: Neurodidactic insights. *Acta Pedagogica Vilnensia*, 44, 99-113. Scopus. <https://doi.org/10.15388/ActPaed.44.7>
- Bruning, R., Schraw, G., y Norby, M. (2012). *Psicología cognitiva y de la instrucción* (5.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación. [https://issuu.com/luisorbegoso/docs/psicologia\\_cognitiva\\_y\\_de\\_la\\_instru](https://issuu.com/luisorbegoso/docs/psicologia_cognitiva_y_de_la_instru)
- Cabanillas, R. (2009). *Propuesta metodológica de estimulación del potencial de la mente bilateral para el mejoramiento de la creatividad literaria de los estudiantes de educación superior* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cabanillas, R. (2019). *Investigación educativa*. Martínez Compañón Editores.
- Caicedo López, H. (2016). *Neuroeducación: Una propuesta educativa en el aula de clase*. Ediciones de la U. <https://elibro.net/es/lc/eapisunc/titulos/70292>
- Calatayud, M., y Torres, M. (2019). La neurodidáctica y la evaluación formativa. Discurso y relato de una investigación. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 5(2), 166-170.

- CEPAL, y UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45904>
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 6(4), 284-290. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.4.284>
- Cobo, G., y Valdivia, S. (2017). *El estudio de casos*. PUCP. <http://idu.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/07/2.-estudiodecasos.pdf>
- Codina, M. J. (2015). *Neuroeducación en virtudes cordiales: Cómo reconciliar lo que decimos con lo que hacemos*. Ediciones Octaedro, S.L. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/61996>
- Congreso de la República Peruana. (2003). *Ley general de educación Nro. 28044*. [http://www.minedu.gob.pe/p/ley\\_general\\_de\\_educacion\\_28044.pdf](http://www.minedu.gob.pe/p/ley_general_de_educacion_28044.pdf)
- Congreso de la República Peruana. (2014). *Ley Universitaria N°30220*. <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0021/ley-universitaria-30220.pdf>
- Corporation for Digital Scholarship. (2022). *Zotero | Your personal research assistant*. <https://www.zotero.org/>
- Díaz, F., y Hernández, G. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Editorial McGraw-Hill.
- Díaz, V., Belmar, H., y Poblete, Á. (2018). Manifestación emocional y modelación de una función matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32, 1198-1218. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a22>
- Duffé, A. (2003). ¿La teoría de Robert Gagne podría servirnos hoy en día para organizar y planificar nuestras acciones didácticas? *Didáctica. Lengua y Literatura*, 15, 23-35.
- Falconi, A. A., Alajo, A. L., Cueva, M. C., Mendoza, R. M., Ramírez, S. F., y Palma, E. N. (2018). Las neurociencias. Una visión de su aplicación en la educación. *Open Journal Systems en Revista: Revista de entrenamiento*, 4(1), Art. 1.
- Feinstein, S. G., y Sousa, D. A. (2016). *Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación*. Narcea Ediciones. [elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/46191](http://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/46191)
- Figallo, F., González, M., y Diestra, V. (2020). Perú: Educación superior en el contexto de la pandemia por el COVID-19. *Revista de Educación Superior en América Latina*, 8, 20-28.
- Flores, J., Ávila, J., Jara, C., González, F., Acosta, R., y Diaz Larenas, C. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios*.
- Gagné, R. (1987). *Las condiciones del aprendizaje*. Interamericana.
- Gagné, R., Briggs, L., y Wager, W. (1992). *Principles of instructional design*. Harcourt Brace College Publishers.



- Guerrero, H. (2017). *Programación lineal aplicada*. Ediciones ECOE. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/126550>
- Gutiérrez, G. (2002). *Metodología de las ciencias sociales: Una introducción crítica*. Oxford University. [https://www.academia.edu/32384172/GABRIEL\\_GUTI%C3%89RREZ\\_PANTOJA\\_Metodolog%C3%ADa\\_de\\_las\\_ciencias\\_sociales](https://www.academia.edu/32384172/GABRIEL_GUTI%C3%89RREZ_PANTOJA_Metodolog%C3%ADa_de_las_ciencias_sociales)
- Hernández Rojas, G. (2018). *Psicología de la educación: Una mirada conceptual*. Editorial El Manual Moderno. <https://elibro.net/es/lc/eapisunc/titulos/39783>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., y Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Herrmann, N. (1990). *El cerebro creativo*. Herrmann Latinoamérica.
- Ibarra, L. (1997). *Aprende mejor con gimnasia cerebral* (11.<sup>a</sup> ed.). GarniK Ediciones. [http://www.pepsalud.org/uploads/2/5/6/3/25637997/1571amcgclmi\\_cerebral\\_gym.pdf](http://www.pepsalud.org/uploads/2/5/6/3/25637997/1571amcgclmi_cerebral_gym.pdf)
- Ispizua, M., y Lavia, C. (2016). *La investigación como proceso: Planificación y desarrollo*. Dextra Editorial. <https://elibro.net/es/lc/eapisunc/titulos/130811>
- Izar Landeta, J. M. (2019). *Modelos matemáticos para la toma de decisiones*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos. <https://elibro.net/es/lc/eapisunc/titulos/123841>
- Jiménez, C. (2003). *Neuropedagogía, lúdica y competencias*. Coop. Editorial Magisterio.
- Kahhot! (2020). *Distance learning platform | Online learning features*. Kahoot! <https://kahoot.com/schools/distance-learning/>
- Kołakowski, L. (1993). *La filosofía positivista: Ciencia y filosofía*. REI-MEXICO.
- Larry, M., y Sweet, M. (2008). The Essential Elements of Team-Based Learning. *InterScience*, 116, 1-21.
- Londoño-Velasco, E., Montoya-Cobo, E., García, A., Bolaños-Martínez, I. A., Osorio-Roa, D. M., Isaza-Gómez, G. D., y Germán Darío Isaza-Gómez. (2021). Percepción de estudiantes frente a procesos de enseñanza- aprendizaje durante pandemia por covid-19. *Educación y Educadores*, 24(2), 199-217. <https://doi.org/10.5294/edu.2021.24.2.2>
- Lucas, S. (2019). *La máquina que cambió el mundo. Génesis, desarrollo y evolución del ordenador | Ediciones Complutense* (Ediciones Complutense). <https://www.ucm.es/ediciones-complutense/la-maquina-que-cambio-el-mundo-genesis,-desarrollo-y-evolucion-del-ordenador>
- Machicado Mamani, M. E., y Quiroz Calle, J. M. (2015). *Neurodidáctica como estrategia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de las sedes académicas de la Carrera de Ciencias de la Educación de la U.P.E.A. (caso: Sede académicas Batallas y Viacha)* [Thesis, <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/14138>]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/14138>

- Maldonado, A. (2015). *Aprendizaje humano y pensamiento*. Universidad de Granada.
- Martínez, I. (2018). *Motivación y emoción en música. Estado de la cuestión y aportaciones para la innovación educativa*. 19. <http://dx.doi.org/10.6035/Artseduca.2018.19.4>
- Martínez-González, A. E., Rodríguez, J. A. P., Delgado, B., y García-Fernández, J. M. (2018). Neuroeducación: Aportaciones de la neurociencia a las competencias curriculares. *Publicaciones de la Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla*, 48(2), 23-34. Scopus. <https://doi.org/10.30827/PUBLICACIONES.V48I2.8331>
- Miguelena, F. (2000). *Fundamentos científicos de los modelos*. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/73995>
- Molina Jordá, J. M., Parra Santos, M. T., y Casanova Pastor, G. (2017). *Neurodidáctica aplicada al aula en el contexto universitario*. Universidad de Alicante. Instituto de Ciencias de la Educación. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/70999>
- Molina, L. (2018). La educación emocional y el papel en la docencia. *Hekademos: revista educativa digital*, 25, 16-23.
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación – Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.
- Navarro, J. (2015). *Epistemología y metodología*. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/39400>
- Oakley, B. (2016). *Abre tu mente a los números*. RBA Libros.
- Oakley, B. (2022). *Aprendiendo a aprender: Poderosas herramientas mentales con las que podrás dominar temas difíciles (Learning How to Learn)*. Coursera. <https://es.coursera.org/learn/aprendiendo-a-aprender>
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y educación*. Alianza Editorial.
- Pacho García, J. (2014). *Positivismo y darwinismo*. Ediciones AKAL.
- Parra-Díaz, J., Vera-Bachmann, D., y Vanzella-Castellar, S. M. (2019). Neuroeducation: Real contribution to learning or myth? *Salud Publica de Mexico*, 61(1), 3-4. Scopus. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/9277>
- Pérez, M. E. (2014). *Cerebro que aprende: Cómo apasionarnos con el conocimiento para transformar nuestra vida*. Autoría Sherpa. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/77502>
- Pérez Peña, R. (2019). *Introducción a los modelos de optimización*. Sello Editorial UniPiloto. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6637>
- Pherez, G., Vargas, S., y Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: Herramientas para mejorar la praxis del docente. *Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149-166.

- Plaza, J. R. I., Velez, O. V. M., Rodríguez, W. F. C., y Cevallos, M. G. O. (2022). Saber para aprender a aprender matemática: Neurodidáctica y estrategias de autorregulación emocional. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 26(Extraordinario), Art. Extraordinario. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v26iExtraordinario.1674>
- Polya, G. (2014). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press.
- Ramírez Ochoa, M. I. (2016). Posibilidades del uso educativo de YouTube. *Ra Ximhai*, 537-546. <https://doi.org/10.35197/rx.12.01.e3.2016.34.mr>
- Reza, F. (1997). *Ciencia, metodología e investigación*. Pearson Educación.
- Rivera-Rivera, E. (2019). El neuroaprendizaje en la enseñanza de las matemáticas: La nueva propuesta educativa. *Entorno*, 157-168. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i67.7498>
- Román, F., y Poenitz, V. (2018). La neurociencia aplicada a la educación: Aportes, desafíos y oportunidades en América Latina. *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 7(1), 88-93.
- Romero, T. K. F. (2018). ¿Qué nos brinda la neuroeducación para un mejor proceso enseñanza—Aprendizaje? *Educación*, 24(2), Art. 2. <https://doi.org/10.33539/educacion.2018.v24n2.1339>
- Romero-Saldaña, M. (2013). Contraste de Hipótesis. Comparación de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba U de Mann-Whitney. *Revista Enfermería del trabajo*, 3, 77-84.
- Romero-Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del trabajo*, 6(3), 105-114.
- Rosales-Reynoso, M. A., Juárez-Vázquez, C. I., y Barros-Núñez, P. (2018). Evolución y genómica del cerebro humano. *Neurología*, 33(4), 254-265. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.06.002>
- Rose, H., y Rose, S. (2017). *¿Puede la neurociencia cambiar nuestras mentes?* Ediciones Morata, S. L. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/116180>
- Rotger, M. (2019). *Una escuela neuroeducada: Siente, piensa, actúa*. Editorial Brujas. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/118224>
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa*. Pearson Educación. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/37898>
- Siemens, G. (2010). Capítulo 5. Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. *Conectados en el ciberespacio, 2010, ISBN 978-84-362-6140-0, págs. 77-90, 77-90*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165051>
- Solís, C. A. (2018). *Aplicación de la neurodidáctica en la enseñanza de la carrera Estadística* [Tesis de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20080>

- Suñé, A., Fonollosa, J. B., y Fernández, V. (2016). *Programación lineal: Métodos cuantitativos para la toma de decisiones*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://elibro.net/es/lc/upnorte/titulos/61485>
- Tacca Huamán, D. R., Tacca Huamán, A. L., y Alva Rodríguez, M. A. (2019). Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(2), 15-32. <https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.2.2905>
- Taha, H. (2017). *Investigación de operaciones* (10th.). Pearson. <https://upn.vitalsource.com/reader/books/9786073241212>
- Tovar, A. (2001). *El constructivismo en el proceso enseñanza-aprendizaje*. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/es/lc/eapisunc/titulos/74043>
- UNC. (2022). *Sistema Informático Académico*. Universidad Nacional de Cajamarca -Sistema Informático Académico. <http://academicoplus.unc.edu.pe/>
- Valdivieso, P. A. V., Pincay, G. H. Z., Pilligua, P. Y. V., y Cedeño, G. M. B. (2019). Estructuras mentales en la construcción de aprendizaje significativo. *CIENCIAMATRIA*, 5(8), Art. 8. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i8.257>
- Vigo Cerna, V. J. (2019). *Modelo metodológico de neuroestrategias para la comprensión lectora inferencial en estudiantes de educación primaria* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3454>
- Waipan, L., y Carminati, M. (2020). *Integrando La Neuroeducación Al Aula: Extraordinaria complejidad*. Amazon Digital Services LLC - KDP Print US.
- Xolocotzin, U. (2017). *Understanding Emotions in Mathematical Thinking and Learning—1st Edition*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/understanding-emotions-in-mathematical-thinking-and-learning/xolocotzin/978-0-12-802218-4>
- Ynoub, R. (2012). *El Proyecto y la Metodología de la Investigación*. Cengage Learning. <https://upn.vitalsource.com/reader/books/978-987-1486-55-7/pageid/0>
- Yucra, J. (2016). *El cerebro humano y su relación con el proceso de aprendizaje* (N.º 22). <https://revistas.unife.edu.pe/index.php/educacion/article/view/1140>

## **APÉNDICES / ANEXOS**

## Apéndice 1. Instrumentos de Investigación

### Rúbrica de evaluación

#### Tema: Construcción de modelo de programación lineal

CATEGORÍA / LOGRO	Bueno (4)	Regular (2)	Deficiente (1)	Nulo (0)
Identificación de variables	Identifica correctamente todas las variables del modelo.	Identifica correctamente el 50% de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables del modelo de manera incorrecta.	No identifica las variables del modelo.
Definición de variables	Define las variables de decisión teniendo en cuenta el nombre, la unidad de medición y la descripción del problema.	Define las variables de decisión teniendo en cuenta el nombre y la descripción del problema.	Define las variables de decisión teniendo en cuenta solo el nombre.	No define las variables del modelo.
Definición de la función objetivo	Define correctamente el objetivo (máx/mín) y asocia los coeficientes de la función lineal que corresponden.	Define correctamente el objetivo (máx/mín) y asocia en un 50% los coeficientes de la función lineal que corresponden.	Define el objetivo y los coeficientes de la función lineal de manera incorrecta.	No define la función objetivo.
Identificación y definición de restricciones	Identifica y define correctamente todas las restricciones como desigualdades.	Identifica y define correctamente el 50% de las restricciones como desigualdades.	Define las restricciones como desigualdades en forma incorrecta.	No define las restricciones del modelo
Obtención del modelo de PL	Obtiene el modelo matemático, sin errores ni omisiones.	Obtiene el modelo matemático con omisiones.	Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.

Fecha de construcción: Sep 21, 2019 05:42 pm

## Prueba de conocimientos de Pre test y Post test

Universidad Nacional de Cajamarca

CR 2020-1

### EVALUACIÓN \_\_ – CICLO \_\_\_\_\_ Investigación de operaciones

Nombres y Apellidos..... Fecha: \_\_\_\_\_

*Duración 30 min*

Indicaciones:

- Evitar manchones y uso de corrector.
  - Solo se calificará el desarrollo hecho con tinta de lapicero. Favor de no presentar con lápiz.
- 

Para el siguiente enunciado:

El médico internista le informa al paciente que en cualquier tratamiento que siga debe consumir hierro, magnesio y vitamina B, pero debe ingerir diariamente por lo menos de 24mg de hierro, 10mg de magnesio, y 20mg de vitamina B. Para ello están disponibles píldoras de dos marcas, P y R. Cada píldora de la marca P contiene 4mg de hierro, 2mg de magnesio y 1mg de vitamina B, y cuesta 6 céntimos; cada píldora de la marca R contiene 1mg de hierro, 3mg de magnesio y 2mg de vitamina B, y cuesta 8 céntimos ¿Cuánto debe comprar de cada píldora para cubrir su tratamiento? ¿Cuál es el costo mínimo para su tratamiento?

Construir el modelo de programación lineal, detallando:

- a. Identificación de variables (4p)
- b. Definición de variables (4p)
- c. Definición de la función objetivo (4p)
- d. Identificación y definición de restricciones (4p)
- e. Obtención del modelo de Programación Lineal (4p)

## Prueba de conocimientos Post test 2

Universidad Nacional de Cajamarca

CR 2020-1

### EVALUACIÓN \_\_ – CICLO \_\_\_\_\_ Investigación de operaciones

Nombres y Apellidos..... Fecha: \_\_\_\_\_

*Duración 30 min*

Indicaciones:

- Evitar manchones y uso de corrector.
  - Solo se calificará el desarrollo hecho con tinta de lapicero. Favor de no presentar con lápiz.
- 

Para el siguiente enunciado:

Para preparar una prueba final, un estudiante decide dedicar un tiempo al trabajo personal realizado en casa y un tiempo al trabajo en equipo a desarrollar en la biblioteca del centro, con las siguientes condiciones: (a) El tiempo en casa no puede superar las 5 horas. (b) El tiempo de trabajo en la biblioteca no puede ser mayor de 3 horas y 20 minutos. (c) El tiempo de trabajo en casa más el triple del tiempo de trabajo en la biblioteca no puede superar las 12 horas. Se considera que el aprovechamiento efectivo del tiempo es del 60% en casa y del 45% en la biblioteca. Determina el tiempo que debe dedicar al trabajo en casa y en la biblioteca para que el aprovechamiento sea lo mayor posible.

Construir el modelo de programación lineal, detallando:

- a. Identificación de variables (4p)
- b. Definición de variables (4p)
- c. Definición de la función objetivo (4p)
- d. Identificación y definición de restricciones (4p)
- e. Obtención del modelo de Programación Lineal (4p)





## Apéndice 2: Fichas de validación de instrumentos

Experto 1: Dr. Jorge Nelson Tejada Campos (Especialidad de Matemática)

**FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Tesis: "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

---

**I. Información sobre el experto:**

1.1 Nombre: Jorge Nelson Tejada Campos

1.2 Grado académico: Doctor

1.3. Especialidad: Ciencia de la Educación

1.4. Cargo actual: Docente

1.5 Institución: Universidad Nacional de Cajamarca

**II. Información sobre el instrumento a evaluar:**

2.1 Tipo de instrumento: Prueba Punt-test - Post test


2.2 Lugar y fecha: 21 Enero 2020

**III. Tabla de valoración por evidencias**

Nº	Evidencias	Valoración					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	50					
2	Formulación con lenguaje apropiado	50					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	50					
4	Facilita la prueba de Hipótesis	50					
5	Suficiencia para medir la variable	50					
6	Facilita la interpretación del instrumento	50					
7	Acorde al avance de la ciencia y la tecnología	50					
8	Expresado en hechos perceptibles	50					
9	Tiene secuencia lógica	50					
10	Basado en aspectos teóricos	50					
Total		500					

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{500}{500} = 100\%$

**III. Observaciones y/o recomendaciones:**

  
 Firma del experto

### FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Tesis: "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

#### I. Información sobre el experto:

1.1 Nombre: Jorge Nelson Bujanda Cuyos

1.2 Grado académico: Doctor

1.3. Especialidad: Ciencias de la Educación

1.4. Cargo actual: Docente

1.5 Institución: Universidad Nacional de Cajamarca

#### II. Información sobre el instrumento a evaluar:

2.1 Tipo de instrumento: Diccionario y Ficha de evaluación

2.2 Lugar y fecha: 01 de mayo de 2020

#### III. Tabla de valoración por evidencias

Nº	Evidencias	Valoración					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		X				
2	Formulación con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio		X				
4	Facilita la prueba de hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable		X				
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y la tecnología		X				
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica		X				
10	Basado en aspectos teóricos	X					
Total		25	20				

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{20}{25} = 80\%$

#### III. Observaciones y/o recomendaciones:

  
Firma del experto

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

(JUICIO DE EXPERTOS)

Yo, Jorge Nelson Ejeda Lampa identificado con DNI N° 26702691, con grado académico de Doctor y con especialidad en Educación de la Educación

Hago constar que he leído y revisado la prueba pedagógica (pre Test y Post Test), la rúbrica de evaluación y la ficha de evaluación correspondientes a la tesis de doctorado:

"APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

de la doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

La prueba pedagógica consiste en un caso de programación lineal básico, que consta de las cinco fases de construcción de modelos de programación lineal, un total de cinco ítems (5).

La rúbrica de evaluación consta de cinco categorías que corresponden a las fases de construcción de modelos de programación lineal, que serán evaluadas de acuerdo con cuatro niveles de logro en una escala de Likert (Nulo, deficiente, regular y bueno) para la valoración vigesimal correspondiente (0,1,2 y 4) haciendo un total de veinte ítems (20). La ficha de evaluación comprende la información resumen de las categorías especificadas en la rúbrica para consolidar la evaluación del total de estudiantes.

Luego de la evaluación de cada ítem, y realizadas las observaciones respectivas, los resultados son los siguientes:

PRUEBA PEDAGÓGICA (Pre test y Post test)		
Número de ítems revisados	Número de ítems válidos	Porcentaje de ítems válidos
05	05	100
RÚBRICA Y FICHA DE EVALUACIÓN		
Número de ítems revisados	Número de ítems válidos	Porcentaje de ítems válidos
20	20	100

Lugar y fecha: 21 de junio 2020

  
Firma del evaluador

FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Tesis: "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

**I. Información sobre el experto:**

1.1 Nombre: CARLOS ENRIQUE APARICIO ARTEAGA

1.2 Grado académico: DOCTOR

1.3. Especialidad: INGENIERÍA DE SISTEMAS

1.4. Cargo actual: PRESIDENTE COMITÉ DE CALIDAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

1.5 Institución: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

**II. Información sobre el instrumento a evaluar:**

2.1 Tipo de instrumento: PRUEBA <sup>PRE</sup> TEST Y POST TEST

2.2 Lugar y fecha: CAJAMARCA, 21 DE ENERO DEL 2020

**III. Tabla de valoración por evidencias**

Nº	Evidencias	Valoración					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulación con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de Hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable	X					
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y la tecnología	X					
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
Total		50					

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{50}{50} = 100\%$

**III. Observaciones y/o recomendaciones:**

  
 Firma del experto

### FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Tesis: "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

#### I. Información sobre el experto:

1.1 Nombre: CARLOS ENRIQUE APARICIO ARTEAGA

1.2 Grado académico: DOCTOR

1.3. Especialidad: INGENIERÍA DE SISTEMAS

1.4. Cargo actual: PRESIDENTE COMITÉ DE CALIDAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

1.5 Institución: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

#### II. Información sobre el instrumento a evaluar:

2.1 Tipo de instrumento: RÚBRICA Y FICHA DE EVALUACIÓN

2.2 Lugar y fecha: CAJAMARCA 21 DE ENERO DEL 2020

#### III. Tabla de valoración por evidencias

Nº	Evidencias	Valoración					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulación con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de Hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable	X					
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y la tecnología	X					
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
Total		50					

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = 100\%$

#### III. Observaciones y/o recomendaciones:

  
 Firma del experto

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

(JUICIO DE EXPERTOS)

Yo, CARLOS ENRIQUE APARICIO ARTEAGA Identificado con DNI N° 15071268, con grado académico de DOCTOR y con especialidad en INGENIERÍA DE SISTEMAS

Hago constar que he leído y revisado la prueba pedagógica (pre Test y Post Test), la rúbrica de evaluación y la ficha de evaluación correspondientes a la tesis de doctorado:

"APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

de la doctorando: **LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ**

La prueba pedagógica consiste en un caso de programación lineal básico, que consta de las cinco fases de construcción de modelos de programación lineal, un total de cinco ítems (5).

La rúbrica de evaluación consta de cinco categorías que corresponden a las fases de construcción de modelos de programación lineal, que serán evaluadas de acuerdo con cuatro niveles de logro en una escala de Likert (Nulo, deficiente, regular y bueno) para la valoración vigesimal correspondiente (0,1,2 y 4) haciendo un total de veinte ítems (20). La ficha de evaluación comprende la información resumen de las categorías especificadas en la rúbrica para consolidar la evaluación del total de estudiantes.

Luego de la evaluación de cada ítem, y realizadas las observaciones respectivas, los resultados son los siguientes:

PRUEBA PEDAGÓGICA (Pre test y Post test)		
Número de ítems revisados	Número de ítems válidos	Porcentaje de ítems válidos
05	05	100 %
RÚBRICA Y FICHA DE EVALUACIÓN		
Número de ítems revisados	Número de ítems válidos	Porcentaje de ítems válidos
20	20	100 %

Lugar y fecha: CAJAMARCA 21/01/2020

  
Firma del evaluador

FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Tesis: "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

**I. Información sobre el experto:**

- 1.1 Nombre: Simón Alejandro Rodríguez Tejada  
 1.2 Grado académico: Doctor  
 1.3. Especialidad: Educación  
 1.4. Cargo actual: Profesor de Posgrado  
 1.5 Institución: Universidad Nacional de Cajamarca

**II. Información sobre el instrumento a evaluar:**

- 2.1 Tipo de instrumento: Prueba Pre test y Post test  
 2.2 Lugar y fecha: Cajamarca, 21 de Enero del 2020

**III. Tabla de valoración por evidencias**

Nº	Evidencias	Valoración					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	✓					
2	Formulación con lenguaje apropiado	✓					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	✓					
4	Facilita la prueba de Hipótesis	✓					
5	Suficiencia para medir la variable	✓					
6	Facilita la interpretación del instrumento	✓					
7	Acorde al avance de la ciencia y la tecnología	✓					
8	Expresado en hechos perceptibles	✓					
9	Tiene secuencia lógica	✓					
10	Basado en aspectos teóricos	✓					
Total		50					

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = 100\%$

**III. Observaciones y/o recomendaciones:**

  
 Firma del experto



FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Tesis: "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

**I. Información sobre el experto:**

1.1 Nombre: Simón Alejandro Rodríguez Esjada

1.2 Grado académico: Doctor

1.3. Especialidad: Educación

1.4. Cargo actual: Profesor de Posgrado

1.5 Institución: Universidad Nacional de Cajamarca

**II. Información sobre el instrumento a evaluar:**

2.1 Tipo de instrumento: Rúbrica y Ficha de evaluación

2.2 Lugar y fecha: Cajamarca, 21 de Enero del 2020

**III. Tabla de valoración por evidencias**

Nº	Evidencias	Valoración					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	✓					
2	Formulación con lenguaje apropiado	✓					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	✓					
4	Facilita la prueba de Hipótesis	✓					
5	Suficiencia para medir la variable	✓					
6	Facilita la interpretación del instrumento	✓					
7	Acorde al avance de la ciencia y la tecnología	✓					
8	Expresado en hechos perceptibles	✓					
9	Tiene secuencia lógica	✓					
10	Basado en aspectos teóricos	✓					
Total		50					

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = 100\%$

**III. Observaciones y/o recomendaciones:**

  
Firma del experto

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

(JUICIO DE EXPERTOS)

Yo, Simón Alejandro Rodríguez Fajada identificado con DNI N° 26608900, con grado académico de Doctor y con especialidad en Educación

Hago constar que he leído y revisado la prueba pedagógica (pre Test y Post Test), la rúbrica de evaluación y la ficha de evaluación correspondientes a la tesis de doctorado:

"APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

de la doctorando: **LAURA SOFÍA DAZÁN DÍAZ**

La prueba pedagógica consiste en un caso de programación lineal básico, que consta de las cinco fases de construcción de modelos de programación lineal, un total de cinco ítems (5).

La rúbrica de evaluación consta de cinco categorías que corresponden a las fases de construcción de modelos de programación lineal, que serán evaluadas de acuerdo con cuatro niveles de logro en una escala de Likert (Nulo, deficiente, regular y bueno) para la valoración vigesimal correspondiente (0,1,2 y 4) haciendo un total de veinte ítems (20). La ficha de evaluación comprende la información resumen de las categorías especificadas en la rúbrica para consolidar la evaluación del total de estudiantes.

Luego de la evaluación de cada ítem, y realizadas las observaciones respectivas, los resultados son los siguientes:

PRUEBA PEDAGÓGICA (Pre test y Post test)		
Número de ítems revisados	Número de ítems válidos	Porcentaje de ítems válidos
5	5	100%
RÚBRICA Y FICHA DE EVALUACIÓN		
Número de ítems revisados	Número de ítems válidos	Porcentaje de ítems válidos
20	20	100%

Lugar y fecha: Caj. 21/01/2020

  
Firma del evaluador

**VALIDACIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA  
(JUICIO DE EXPERTOS)**

Yo DORIS TERSA CASTAÑEDA ABANTO, identificada Con DNI N°26676451, Con Grado Académico de, Colegio de Postgraduados, México. Hago constar que he leído y revisado los 5 ítems de la Prueba Pedagógica (pre test y post test) correspondiente a la Tesis de Doctorado:

"APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

de la doctorando: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ

La prueba pedagógica consiste en un caso de programación lineal básico, que consta de las cinco fases de construcción de modelos de programación lineal, un total de cinco ítems (5).

La rúbrica de evaluación consta de cinco categorías que corresponden a las fases de construcción de modelos de programación lineal, que serán evaluadas de acuerdo con cuatro niveles de logro en una escala de Likert (Nulo, deficiente, regular y bueno) para la valoración vigesimal correspondiente (0,1,2 y 4) haciendo un total de veinte ítems (20). La ficha de evaluación comprende la información resumen de las categorías especificadas en la rúbrica para consolidar la evaluación del total de estudiantes.

Luego de la evaluación de cada ítem, y realizadas las observaciones respectivas, los resultados son los siguientes:

<b>PRUEBA DE ENTRADA</b>		
N° ítems revisados	N° de ítems válidos	% de ítems válidos
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>100</b>
<b>RÚBRICA Y FICHA DE EVALUACIÓN</b>		
N° ítems revisados	N° ítems revisados	N° ítems revisados
<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Lugar y Fecha: Cajamarca, 05 de setiembre de 2020.

Apellidos y Nombres del evaluador: Castañeda Abanto, Doris Teresa

FIRMA DEL EVALUADOR

**FICHA DE EVALUACIÓN  
(JUICIO DE EXPERTOS)**

Apellidos y Nombres del Evaluador: CASTAÑEDA ABANTO, DORIS TERESA

Grado académico: DOCTORA EN CIENCIAS

Título de la investigación "APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS ESTUDIANTES DE LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020"

Autor: BAZÁN DÍAZ LAURA SOFÍA

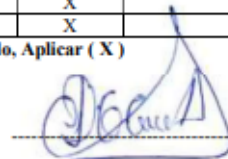
Nº Ítem	CRITERIOS DE EVALUACIÓN: PRUEBA PEDAGÓGICA							
	Pertinencia con el problema, objetivos e hipótesis		Pertinencia con la variable y dimensiones		Pertinencia con la dimensión/indicador		Pertinencia con la redacción científica (propiedad y coherencia)	
	apropiado	inapropiado	apropiado	inapropiado	apropiado	inapropiado	apropiado	inapropiado
1	X		X		X		X	
2	X		X		X		X	
3	X		X		X		X	
4	X		X		X		X	
5	X		X		X		X	

Nº Ítem	CRITERIOS DE EVALUACIÓN: RÚBRICA Y FICHA DE EVALUACIÓN							
	Pertinencia con el problema, objetivos e hipótesis		Pertinencia con la variable y dimensiones		Pertinencia con la dimensión/indicador		Pertinencia con la redacción científica (propiedad y coherencia)	
	apropiado	inapropiado	apropiado	inapropiado	apropiado	inapropiado	apropiado	inapropiado
1	X		X		X		X	
2	X		X		X		X	
3	X		X		X		X	
4	X		X		X		X	
5	X		X		X		X	
6	X		X		X		X	
7	X		X		X		X	
8	X		X		X		X	
9	X		X		X		X	
10	X		X		X		X	
11	X		X		X		X	
12	X		X		X		X	
13	X		X		X		X	
14	X		X		X		X	
15	X		X		X		X	
16	X		X		X		X	
17	X		X		X		X	
18	X		X		X		X	
19	X		X		X		X	
20	X		X		X		X	

EVALUACIÓN. No válido, Mejorar ( )      Válido, Aplicar ( X )

Nota: La validez exige el cumplimiento del 100%

FECHA: 05/09/2020



FIRMA  
DNI: 26676451

### Apéndice 3: Confiabilidad de instrumentos

Rúbrica – Alfa de Cronbach

Categorías	1	2	3	4	5	
Estudiante	Identificación de variables	Definición de variables	Definición de la función objetivo	Identificación y definición de restricciones	Obtención del modelo de PL	Total
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	4	2	4	4	4	18
4	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	2
6	1	0	4	4	2	11
7	2	0	4	2	2	10
8	4	2	4	4	4	18
9	1	0	1	1	1	4
10	4	2	2	4	2	14
11	4	0	4	4	4	16
12	4	4	4	4	2	18
13	4	4	4	4	4	20
14	4	4	1	1	1	11
15	4	4	4	2	2	16
16	4	0	4	2	2	12
17	2	0	4	2	2	10
18	4	2	4	2	2	14
ESTADÍSTICOS						
Varianza	2.8	2.8	3.2	2.4	2	46.5
K	18					
∑Vi	13.2					
Vt	46.5					
Sección 1	1.058823529					
Sección 2	0.716129032					
Absoluto S2	0.716129032					
α	<b>0.758254269</b>					
Confiabilidad						

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Se obtuvo un  $\alpha=0.758$  con un criterio de fiabilidad aceptable (Hernández y Fernández, 2014).

### Análisis de ítems de Prueba - Pearson

ANÁLISIS DE ÍTEMS - PEARSON (PRUEBA PRE TEST Y POST TEST)							
C1	C2	C3	C4	C5		Item/ Categoría	R
0	0	0	0	0		1	0.853
0	0	0	0	0		2	0.487
14	16	14	14	14		3	0.760
0	0	0	0	0		4	0.803
1	2	2	1	2		5	0.841
10	11	7	7	9			
8	10	6	8	8			
14	16	14	14	14			
3	4	3	3	3			
10	12	12	10	12			
12	16	12	12	12			
14	14	14	14	16			
16	16	16	16	16			
7	7	10	10	10			
12	12	12	14	14			
8	12	8	10	10			
8	10	6	8	8			
10	12	10	12	12			

Se obtuvo un R de 0.853, 0.487, 0.760, 0.803 y 0.841 para los ítems 1, 2, 3 4 y 5 respectivamente de la prueba de pre y post test, al demostrar una correlación positiva considerable (Hernández y Fernández, 2014).

## **Apéndice 4: Programa de aplicación**

**Nombre del programa:** EsDCS para la construcción de modelos de programación lineal

### **Autor de la propuesta**

MSc. Ing. Laura Sofía Bazán Díaz

### **Fundamentación**

#### **Definición:**

La EsDCS es una propuesta que se sustenta en las teorías del procesamiento de información, la neuroeducación y el aprendizaje significativo de Ausubel en el Constructivismo.

#### **Características:**

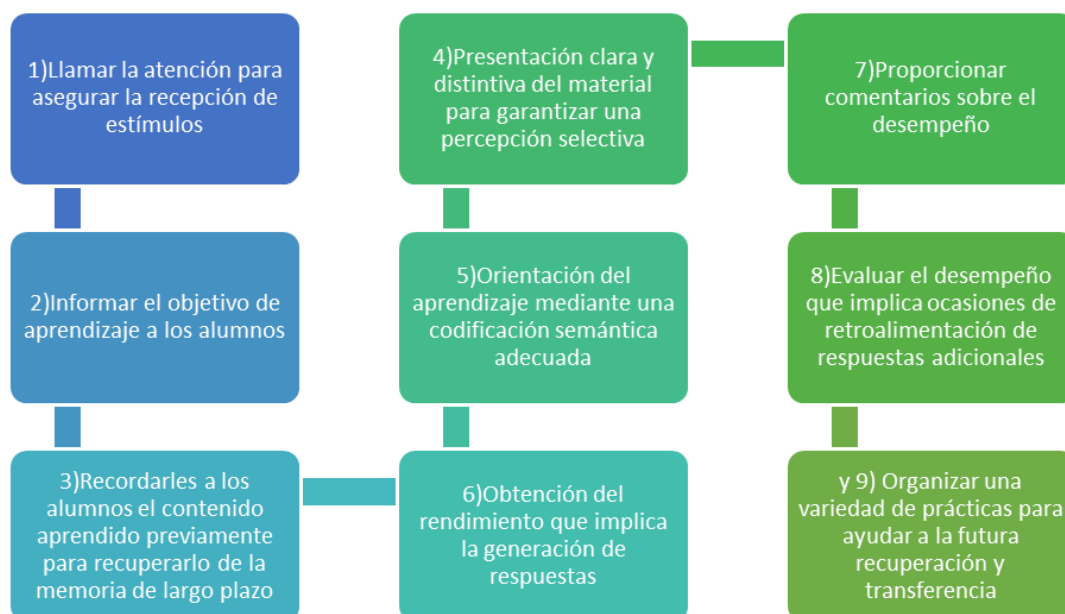
Los principios que caracterizan la propuesta EsDCS son:

**Principio de procesamiento de información**, basado en el procesamiento humano que construye a partir de conocimientos existentes. Se concibe al ser humano como procesador de entradas de información (estímulos a través de los sentidos), al identificar a la mente como un procesador que codifica la información activamente otorgándole significado por la combinación con la memoria a largo plazo, al emitir finalmente, una salida (respuesta) (Gagné, Briggs y Wager, 1992).

En base a Gagné, Briggs y Wager (1992) describen en la Figura 52, los procesos internos que ocurren dentro del aprendizaje, a la instrucción, como un conjunto de eventos externos que apoyan los procesos internos del aprendizaje, la presente investigación orientó la aplicación de estrategias didácticas basadas en neuroeducación en los eventos externos para activar los procesos internos y los DCS, a través de los modos difuso y concentrado, donde se receptiona estímulos, se registra información sensorial, y se percibe selectivamente para el almacenamiento, mantenimiento y recuperación de memoria, para la generación de respuestas en el desempeño del alumno. Para la implementación de la propuesta se realizó la activación de los eventos que se involucran en 9 pasos.

**Figura 52**

*Proceso de aprendizaje según la teoría del procesamiento de información*



**Principio de aprendizaje activo**, en el que las personas son aprendices activos que desarrollan conocimiento por sí mismos, al estructurar situaciones de manera activa con algunas técnicas y materiales aplicables ya sea de forma individual o colectiva, como la observación, recolección de datos, trabajo colaborativo, manipulación de materiales e interacción social; los aprendices construyen su aprendizaje y comprensión, al depender en gran manera del proceso de aprendizaje en el que esté involucrado para su formación (Schunk, 2012).

**Principio del Aprendizaje Significativo**, constituye una primera etapa en la asimilación del aprendizaje, la retención y el olvido. En la retención, los nuevos significados se organizan en la memoria enlazándose con las ideas anclaje más estables, actualizándose, a través de la repetición o ensayo; se hace énfasis en la actitud de del aprendiz, como centro de atención del proceso de aprendizaje, quien relaciona los contenidos nuevos y los anteriores, y actualiza su estructura cognitiva en un continuo aprendizaje (Ausubel et al., 1983).

**Principio de la Neuroeducación**, que busca encontrar medios para aplicar en el área educativa los conocimientos sobre los procesos cerebrales: emoción, atención, memoria y motivación, identificados como dispositivos cognitivos superiores (DCS) para el aprendizaje. Es necesario que los DCS estén activos para que el aprendizaje se



produzca, al respetar las etapas de los sistemas cerebrales y al ofrecer un entorno óptimo o cerebro compatible (Mora, 2017; Rotger, 2019).

**El principio sistémico DCS** (Dispositivos cognitivos superiores) se lleva a cabo a través de la generación de neurotransmisores que ayudan en el proceso de aprendizaje si se activan en el cerebro de los estudiantes, para ello es necesario realizar y alcanzar el circuito de recompensa DAS (Dopamina, Anoradrenalina y Serotonina). Con la motivación se logra activar la dopamina que activará la noradrenalina para la acción, con el logro se generará la serotonina para regresar a un estado normal (Rotger, 2019). Se despierta la dopamina con alimentación nutritiva, con actividad física, el contacto con la naturaleza, el trabajo en equipo, la enseñanza que sorprende desde la novedad, al practicar técnicas de respiración y relajación, y al beber agua.

Los DCS según Mora (2017) son:

**La Atención:** Impulso traducido en reacción conductual y subjetiva producida por una información proveniente de la memoria.

**La Emoción:** Reacción conductual y subjetiva producida por una información proveniente de la memoria.

**La Memoria:** Capacidad de recordar respuestas aprendidas anteriormente.

**La Motivación:** Factor cognitivo afectivo en el aprendizaje y en el proceso didáctico, manera implícita o explícita.

### **Finalidad:**

La propuesta EsDCS tiene por finalidad resolver las dificultades identificadas en el aprendizaje de la construcción de modelos de Programación Lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, al aplicar los aspectos fundamentales de la presente investigación: procesamiento de información, activación de los DCS y aprendizaje significativo.

### **Aportes:**

La teoría del procesamiento de información aporta a esta propuesta los procesos internos y externos del aprendizaje, desde el enfoque de la transformación de las

entradas de información en resultados de aprendizaje (salidas), donde se presenta la activación del sistema en forma análoga al funcionamiento del cerebro. En ese sentido la estructura de las sesiones de aprendizaje se ha organizado en momentos recursivos de “Entrada”, “Proceso” y “Salida”.

La teoría de la neuroeducación aporta a esta propuesta la activación de los DCS (Dispositivos cognitivos superiores para el aprendizaje): atención, emoción, memoria y motivación, y la generación de neurotransmisores que forman parte del circuito de recompensa cerebral DAS (Dopamina, Anoradrenalina y Serotonina); asimismo contribuye al fortalecer las emociones del estudiante con un constante entrenamiento del cerebro para mejorar la activación óptima de los modos difuso y concentrado en los que interactúa el cerebro para el aprendizaje.

La teoría del constructivismo para el aprendizaje significativo de Ausubel aporta a esta propuesta las ideas anclaje, las ideas enlace y los nuevos significados, con procesos activos e integradores de: construcción, recuperación y actualización de estructuras cognitivas, con la repetición y ensayo para la retención significativa.

Los aportes de estas teorías ayudarán a resolver la problemática identificada en los estudiantes de Ingeniería de sistemas en las asignaturas de Investigación de Operaciones, dado el bajo rendimiento en la Construcción de modelos de programación lineal, con énfasis en la aplicación de EsDCS.

La solución a la problemática requiere de motivación e interés de los estudiantes y de los docentes con la activación de los DCS que propugna la neuroeducación para asegurar la construcción de aprendizaje significativo que define Ausubel en la teoría del constructivismo a través de un proceso basado en la teoría del proceso de información (entrada→Proceso→Salida).

## **Objetivos**

- Incorporar estrategias didácticas de neuroeducación para mejorar la construcción de modelos de programación lineal.

- Desarrollar el proceso de aprendizaje basándose en las estrategias de activación y funcionamiento del cerebro (DCS) que oriente a aprender a través de las emociones.
- Mejorar y fortalecer la labor docente en un contexto de empatía y búsqueda del desarrollo integral del estudiante.

### **Estrategias EsDCS**

Existen dos modos de pensamiento para el aprendizaje, el modo concentrado y el modo difuso, uno se encuentra o bien en uno o en otro, y cambian frecuentemente; el modo difuso puede trabajar en modo silencioso y sin activar la atención; el modo concentrado se requiere para el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias, relacionado con el análisis y la solución de problemas, con la capacidad de la atención para su activación. El modo difuso también participa en el estudio de las matemáticas, ayuda a buscar una nueva visión luego de batallar en la solución de un problema, ya que a veces se requiere relajar la atención para dejar actuar la mente, al permitir que algunas áreas del cerebro hagan conexión para encontrar alternativas de respuesta que al estar concentrado intensamente puede usar pensamientos erróneos; el modo difuso incluye una visión general, este modo es útil en nuevos aprendizajes, ya que no permite concentrarse mucho al buscar un recorrido despejado. El modo concentrado se utilizará cuando uno se encuentra ya familiarizado con el conocimiento, porque sigue un recorrido ya conocido y practicado. Para que el cerebro revise un problema por primera vez, centra la atención en las palabras, en el modo concentrado. En matemática, un simple cambio modifica el problema, por lo que, el modo concentrado esfuerza más al cerebro, dada la naturaleza abstracta de sus nociones, que aumenta la complejidad (Oakley, 2016).

## **EsDCS 1: Motivación y emoción con música**

Para los adolescentes y jóvenes, la música es una principal actividad de ocio en sus diversas formas y estilos; se escucha música regularmente, se canta, se toca instrumentos, se comparte música, se tiene músicos favoritos, etc. Desde la neurociencia al constructo de emoción y música, la música es la disciplina que acompaña al desarrollo a través de la emoción, se hace referencia a la satisfacción de necesidades emocionales y sociales, desde pasar el tiempo, calmar el aburrimiento, acompañar la soledad, ayudar en la relajación e incluso el enfrentar los problemas, mejorar el ánimo o simplemente para divertirse. La música tiene funciones emocionales y sociales (Martínez, 2018).

Las selecciones de música clásica instrumental para el aprendizaje activo cuentan con una vibración más corta que propicia la agilidad y el ritmo provocan un estado de alerta constante en la persona, con una condición ideal para el aprendizaje activo, con la integración de mente y cuerpo. El efecto se compara a un masaje sónico, al eliminar la tensión y al centrar la atención (Ibarra, 1997).

## **EsDCS 2: Uso de videos motivadores**

Referido al uso de videos para la enseñanza, estos ayudan al docente a: ilustrar contenidos a través de videos cortos en YouTube, el analizar una parte crucial de una película, revisar un punto de vista de canales TED, mostrar una aplicación en el mundo real, encontrar y seguir un tutorial, facilitar la discusión y análisis de contenidos y reportajes, etc. Todos ellos permiten usar al máximo la atención del cerebro con un potencial de motivación en inspiración, al ofrecer incluso un receso o una relajación, al permitir además el elaborar y publicar material audiovisual. Estos videos se pueden utilizar al inicio, durante y al final de las clases, y asignarlos también en una actividad extra clase o como material introductorio (Ramírez Ochoa, 2016).

En la investigación se hizo uso de videos para: la introducción del curso, para el repaso de contenidos, para motivar sobre las preferencias de los estudiantes, para escuchar la música de trabajo, para guiarse en los ejercicios de la gimnasia cerebral y para seguir una dinámica de relajación. Todos estos recursos son de acceso público y

los estudiantes pueden acceder las veces que quieran a aquellos videos que más les gustó.

### **EsDCS 3: Juego grupal con Kahoot!**

Kahoot! (2020) es una plataforma que ayuda a docentes y estudiantes con la creación y uso de cuestionarios de evaluación. Esta herramienta ayuda a aprender, reforzar e involucrar a los estudiantes. Permite conectarse en grupos de estudiantes y aumentar la participación, y se logra capturar instantáneamente los contenidos en cualquier entorno de enseñanza-aprendizaje. Esta herramienta fue utilizada para la recuperación de saberes previos y para la metacognición de lo que se aprendió en clase.

### **EsDCS 4: Ejercicios para activación del cerebro (Gimnasia cerebral)**

La gimnasia cerebral viene a ser un conjunto de ejercicios de coordinación que propician el aprendizaje, para obtener resultados eficientes y de gran impacto. El movimiento es indispensable en el aprendizaje. Cada movimiento es un enlace para el aprendizaje y el proceso mental: moverse, girar, parpadear, cantar, dibujar, hacer deporte, peinarse, atar los pasadores, etc. Existe una unión de gran poder entre el movimiento y el cerebro, el ejercicio estimula el crecimiento del cerebro y previene su deterioro. Los movimientos coordinados activan la producción de neurotrofinas, que estimulan el crecimiento de las células nerviosas e incrementan el número de conexiones neuronales en el cerebro. La alimentación nutritiva es un aliado del aprendizaje, por los efectos positivos que desencadena en el cerebro, al estimular la neuro plasticidad, al revertir el envejecimiento cognitivo, al aumentar la neurogénesis, que mejora el flujo sanguíneo, propicia una mejor oxigenación, y absorción de nutrientes en el músculo del cerebro; en general se sugiere una alimentación holística pero con mayor énfasis en las frutas, las verduras y el agua, que mantendrá el sistema nervioso equilibrado con un cerebro activo para el aprendizaje (Ibarra, 1997).

En la propuesta se aplicaron las siguientes estrategias de gimnasia cerebral que se detallan en el Anexo 4: Botones cerebrales, Cuenta hasta diez, Ejercicios de atención 1 y 2, Ochitos con el dedo o Accesando excelencia.

### **EsDCS 5: Casos de estudio**

El estudio de casos es el análisis de situaciones reales que presentan problemas y retos en los que los estudiantes deben tomar decisiones basadas en la teoría de la asignatura. Los casos proporcionan un espacio de prueba para actuar ante restricciones, eventos u otros, de manera que permita razonar, analizar y proponer soluciones, al propiciar el aprendizaje (Cobo y Valdivia, 2017).

Los casos de estudio fueron utilizados previamente al desarrollo de contenidos y como recuperación de conocimientos previos.

### **EsDCS 6: Trabajo en equipos**

El trabajo en equipos para el aprendizaje se realiza en la interacción de pequeños grupos, como una de las estrategias esenciales que permiten la discusión, comparación, análisis de perspectivas diferentes, donde se exponen y se mejoran las habilidades de todos los integrantes del equipo, con los contenidos de la asignatura, en asignaciones grupales para fortalecer la retención y entendimiento de los contenidos, al fortalecer la práctica (Larry y Sweet, 2008).

A continuación en la Tabla 23 se describen las estrategias de activación EsDCS aplicadas en el programa de estrategias didácticas según la planificación realizada en las sesiones de aprendizaje (Apéndice 5).

**Tabla 21**  
Estrategias de activación DCS aplicadas

EsDCS	Descripción	Duración en minutos	Recursos
Modo difuso: <b>EsDCS 1</b>	El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión.	5	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=55-lcBYOUBk">https://www.youtube.com/watch?v=55-lcBYOUBk</a> Videoconferencia
Modo difuso: <b>EsDCS 2</b>	Como respuesta al interés recogido en la sesión anterior, el estudiante participa del video: ¿Cómo aprovechar mejor el tiempo? Comenta y comparte con sus compañeros.	15	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=vbE0OTTzJ8">https://www.youtube.com/watch?v=vbE0OTTzJ8</a>
Modo concentrado: <b>EsDCS 2</b>	El estudiante observa el video ¿Qué es la investigación de operaciones? para recordar los conocimientos de la sesión anterior.	2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ArhP40Fwpyw">https://www.youtube.com/watch?v=ArhP40Fwpyw</a> Videoconferencia
Modo concentrado: <b>EsDCS 3</b>  <b>EsDCS 6</b>	El estudiante participa de la dinámica grupal de recuperación de saberes previos sobre programación lineal ¿Qué es la programación lineal? ¿En dónde se aplica la programación lineal?.	15 minutos	<a href="https://create.kahoot.it/share/introduccion-a-la-pl/d1df9ce0-40f5-4238-8370-5c3af96faac9">https://create.kahoot.it/share/introduccion-a-la-pl/d1df9ce0-40f5-4238-8370-5c3af96faac9</a> Videoconferencia
Modo difuso: <b>EsDCS 4</b>  <b>EsDCS 6</b>	El estudiante participa en una competencia de tiempo con su equipo en la actividad “Entrenamiento del cerebro 1” identificando las respuestas correctas sobre sinónimos y antónimos	15	Jamboard: <a href="https://cutt.ly/AE0JLyY">https://cutt.ly/AE0JLyY</a> Videoconferencia
Modo difuso: <b>EsDCS 2</b>  <b>EsDCS 4</b>	El estudiante participa de la dinámica de ejercicios con ayuda del video: “Entrenamiento del cerebro”.	10 c/dinámica	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=YXEr_pqxPVM">https://www.youtube.com/watch?v=YXEr_pqxPVM</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PPT con ejercicios para el cerebro y mensajes relacionados con su aprendizaje.</li> <li>• Videoconferencia</li> </ul>

<i>EsDCS</i>	<i>Descripción</i>	<i>Duración en minutos</i>	<i>Recursos</i>
<p><i>Modo concentrado:</i> <b>EsDCS 5</b></p> <p><i>EsDCS 6</i></p>	<p><i>En grupo de 4, los estudiantes dan una propuesta de solución a casos de la vida real. (EsDCS)</i></p>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso de estudio 1: Herencia de terrenos</li> <li>• Caso de estudio 2: Cruce del río en canoa</li> </ul> <p><i>Publicación en el Padlet del curso:</i> <a href="https://padlet.com/lbazan1/oi1">https://padlet.com/lbazan1/oi1</a></p>
<p><i>Modo concentrado:</i> <b>EsDCS 5</b></p>	<p><i>Explicación de contenidos, en base a las respuestas dadas en los casos anteriores.</i></p>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Clase (PPT).</li> <li>• Casos de estudio 1 y 2</li> </ul>
<p><i>Modo concentrado y modo difuso:</i> <b>EsDCS 6</b></p>	<p><i>El estudiante resuelve en grupo y con la guía del docente un listado de ejercicios para fortalecer el método de construcción de modelos de programación lineal.</i></p>	45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de ejercicios de programación lineal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salas Meet grupales</li> </ul> </li> </ul>
<p><i>Modo difuso:</i> <b>EsDCS 2</b></p> <p><i>EsDCS 4</i></p>	<p><i>El estudiante participa en la dinámica de ejercicios con el video "Ejercicios para relajar la mente."</i></p>	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=GEfyHCQCnIU">https://www.youtube.com/watch?v=GEfyHCQCnIU</a></li> </ul>
<p><i>Modo concentrado y modo difuso:</i> <b>EsDCS 1</b></p>	<p><i>El estudiante desarrolla la evaluación, acompañado de la música para activar el potencial cerebral (ondas cerebrales).</i></p>	30	<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=Q8JIO106JIM">https://www.youtube.com/watch?v=Q8JIO106JIM</a></p>

Duración: 3 semanas, 5 sesiones.

## Logros esperados

### Logro de curso:

Al concluir la asignatura el estudiante formula y aplica modelos de optimización de programación lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador.



**Logro de unidad:**

Al finalizar la unidad, el estudiante formula y resuelve problemas de programación lineal a través de modelos matemáticos demostrando análisis y coherencia.

**Logros de sesión:**

- Al término de la sesión, el estudiante elabora organizadores visuales acerca de la investigación de operaciones y su origen, utilizando herramientas en línea colaborativa.
- Al término de la sesión, el estudiante elabora modelos matemáticos básicos de programación lineal.
- Al término de la sesión, el estudiante elabora modelos de programación lineal bidimensionales en base a las fases de su construcción.

**Beneficios**

- Permite el estudio y reflexión de cómo aprende el cerebro y el poder aplicarlo activamente en la educación universitaria para mejorar los logros del proceso de enseñanza – aprendizaje.
- Promueve que los estudiantes aprendan mejor al fortalecer el aprendizaje significativo, con la activación de los procesos cerebrales en sus modos difuso y concentrado.
- Incorpora nuevos estilos de vida que permiten no solo un mejor rendimiento en el aprendizaje, sino además mejorar la solución a conflictos de la vida misma.

**Perfil del docente**

Los docentes de la asignatura de Investigación de que utilicen EsDCS deben contar con formación básica en las teorías del Constructivismo y el aprendizaje significativo de Ausubel, la teoría del procesamiento de información de Gagné y la teoría de la Neuroeducación de Mora, así como los principios que incluyen. Es importante que se conozca el funcionamiento básico del cerebro y la generación de neurotransmisores para el aprendizaje óptimo.

Por otro lado y no menos importante, el docente debe ser capaz de participar en el proceso de enseñanza aprendizaje conjuntamente con sus estudiantes, con emoción y actividad que motive constantemente.

Como sugerencia, para iniciar en la formación del docente en neuroeducación se puede acceder al curso de acceso libre en Coursera: “Aprendiendo a aprender” con herramientas mentales de Oakley (2022).

### **Perfil del estudiante**

Los estudiantes que participen de EsDCS solo deben estar inscritos en las asignaturas donde se propiciará su participación con la motivación sesión a sesión, y su entrega de emociones, ya que será informado en forma permanente de los beneficios que la neuroeducación le ofrece, de manera que el aporte no solo será para la asignatura, ya que probablemente mejorará en muchos aspectos de su vida.

### **Medios y materiales**

Estos recursos se señalan en la planificación de las sesiones de aprendizaje por estrategia incluida (Apéndice 4). Los medios y materiales de EsDCS básicamente se han encuadrado en un entorno de aprendizaje remoto, pero que son fácilmente adaptables a la realidad propia e incluso a un entorno presencial en un ambiente con internet, videoprojector y computador o laptop en donde se dirija el proceso y activación de recursos y medios audiovisuales incluidos.

### **Políticas de clase o netiqueta**

La participación en clase debe ser total, todos son incluidos y monitoreados para asegurar la activación de los DCS.

Es importante asistir con puntualidad, con una tolerancia no mayor a los 5 minutos.

Existen nuevas actividades y/o dinámicas de activación DCS que se realizarán en un ambiente de motivación y respeto, conocedores del beneficio que hará en los que las desarrollan.

### **Evaluación**

La evaluación formativa es la propicia dentro del proceso de la construcción de modelos de programación lineal. El estudio incluyó la evaluación de entrada (pre test) y la evaluación final de la unidad 1 (post test 1 y post test 2), los cuales pueden ampliarse según la necesidad de los grupos.

## Cronograma de acciones

**Tabla 22**

*Cronograma de acciones de EsDCS*

Sesión	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	Fecha
Semana 1		
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante observa el video “Los ayudantes de mi villano favorito” y opina sobre las alternativas de solución <b>(EsDCS 2)</b></li> <li>El estudiante se presenta comentando sobre el video anterior, eligiendo responder alguna de las siguientes preguntas: ¿Qué objetivo se busca? ¿Qué alternativas se tuvo? ¿Qué restricciones se tuvo? ¿Qué dificultades se presentaron? ¿Cuál fue la mejor opción? (Para identificar los conocimientos previos a la programación lineal)</li> </ul>	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante participa de la evaluación de entrada.</li> <li>El estudiante revisa el material de lectura sobre Investigación de Operaciones y a partir de ello, elaboran en forma grupal 2 organizadores visuales de su elección utilizando alguna herramienta en línea y colaborativa.</li> <li>El estudiante presenta y explica en equipos sus organizadores visuales.</li> <li>El docente comenta los aspectos positivos de los organizadores presentados e indica recomendaciones.</li> <li>El estudiante participa en la dinámica respondiendo: ¿Qué te gustaría optimizar en tu vida?</li> <li>El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	
Semana 2		
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión. <b>(EsDCS 1)</b></li> <li>Como respuesta al interés recogido en la sesión anterior, el estudiante participa del video: ¿Cómo aprovechar mejor el tiempo? Comenta y comparte con sus compañeros <b>(ESTRATEGIA DE MOTIVACIÓN)</b>. <b>(EsDCS 2)</b></li> <li>El estudiante observa el video ¿Qué es la investigación de operaciones? para recordar los conocimientos de la sesión anterior. <b>(EsDCS 2)</b></li> <li>El estudiante participa de la dinámica grupal de recuperación de saberes previos sobre programación lineal ¿Qué es la programación lineal? ¿En dónde se aplica la programación lineal?. <b>(EsDCS 3)</b></li> <li>El estudiante participa con su equipo en la actividad “Entrenamiento del cerebro 1”. <b>(EsDCS 4)</b></li> <li>El estudiante participa de la dinámica con ayuda del video: “Entrenamiento del cerebro 2”. <b>(EsDCS 4)</b> <b>(EsDCS 2)</b></li> <li>Se presenta el Logro de Aprendizaje de la Sesión.</li> <li>En grupo de 4, los estudiantes dan una propuesta de solución a casos de la vida real. <b>(EsDCS 5)</b> <b>(EsDCS 6)</b></li> <li>Explicación de contenidos, en base a las respuestas dadas en los casos anteriores. <b>(EsDCS 5)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo matemático.</li> <li>Modelo de Programación Lineal.</li> </ul> </li> <li>El estudiante participa en equipos en la evaluación de la sesión respondiendo en Kahoot: ¿Qué es la programación lineal? ¿En dónde se aplica la programación lineal? <b>(EsDCS 3)</b></li> <li>El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión. <b>(EsDCS 1)</b></li> <li>El estudiante participa de la recuperación de saberes previos sobre modelo matemático y</li> </ul>	

Sesión	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	Fecha
	<p>modelo de programación lineal. <b>(EsDCS 2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presenta el Logro de Aprendizaje de la Sesión.</li>   <li>• Explicación de contenidos, utilizando caso de estudio. <b>(EsDCS 5)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Construcción de un modelo de programación lineal (Pasos). <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de variables.</li> <li>▪ Definición de variables.</li> <li>▪ Identificación de la función objetivo.</li> <li>▪ Identificación y definición de restricciones.</li> <li>▪ Obtención del modelo de programación lineal.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• El estudiante participa con su equipo en la actividad “Entrenamiento del cerebro 3”. <b>(EsDCS 4)</b></li> <li>• El estudiante resuelve en grupo y con la guía del docente un listado de ejercicios para fortalecer el método de construcción de modelos de programación lineal. <b>(EsDCS 5)</b> <b>(EsDCS 6)</b></li> <li>• El estudiante resuelve ejercicios extra clase. <b>(EsDCS 6)</b></li> <li>• El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	
5	<p>Semana 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión. <b>(EsDCS 1)</b></li>   <li>• El estudiante participa con todos en la actividad “Entrenamiento del cerebro 4”. <b>(EsDCS 4)</b></li> <li>• El estudiante participa de un repaso de los temas a evaluar. <b>(EsDCS 5)</b> <b>(EsDCS 6)</b></li> <li>• El estudiante participa en la actividad “Entrenamiento del cerebro 5”. <b>(EsDCS 4)</b>.</li> <li>• El estudiante participa en ejercicios con el video “Ejercicios para relajar la mente. <b>(EsDCS 2)</b></li> <li>• El estudiante desarrolla la evaluación, acompañado de la música para activar el potencial cerebral (ondas cerebrales). <b>(EsDCS 1)</b></li> <li>• El estudiante participa en la solución de la evaluación.</li> <li>• El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	

## Presupuesto

**Tabla 23**

*Presupuesto de implementación de las EsDCS*

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medios y/o materiales</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total Parcial</b>
			<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
Capacitación	2	Cursos y talleres de formación en Neuroeducación	150	300
Bibliografía	5	Libros sobre Neuroeducación y Teorías educativas	100	500
Internet	4 meses	Servicio de conexión a internet por línea fija para capacitación y aplicación	100	400
Laptop	4 meses	Uso de laptop para capacitación y aplicación	150	600

## Apéndice 5. Sesiones de Aprendizaje

### SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 01 y 02

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Carrera : Ingeniería de Sistemas  
1.2. Ciclo : III  
1.3. Curso : Investigación de operaciones en Ingeniería I  
1.4. Unidad : I  
1.5. Semana de la sesión : 1  
1.6. Nombre de la sesión : Introducción a la Investigación de operaciones.  
Origen de la Investigación de operaciones

#### II. LOGROS DE APRENDIZAJE:

- 2.1. **Logro de curso:** Al concluir la asignatura el estudiante formula y aplica modelos de optimización de programación lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador.
- 2.2. **Logro de unidad:** Al finalizar la unidad, el estudiante formula y resuelve problemas de programación lineal a través de modelos matemáticos demostrando análisis y coherencia.
- 2.3. **Logro de sesión:** Al término de la sesión, el estudiante elabora organizadores visuales acerca de la investigación de operaciones y su origen, utilizando herramientas en línea colaborativa.

#### III. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
ENTRADA	<ul style="list-style-type: none"><li>Presentación docente, presentación del sílabo y negociación pedagógica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Sílabo del curso</li><li>Guía de aprendizaje del curso</li><li>SIA (Sistema Informático Académico).</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>El estudiante observa el video “Los ayudantes de mi villano favorito” y opina sobre las alternativas de solución.</li><li>El estudiante se presenta comentando</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="https://www.youtube.com/watch?v=SrYCRkPEnKY">https://www.youtube.com/watch?v=SrYCRkPEnKY</a></li></ul>

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
	<p>sobre el video anterior, eligiendo responder alguna de las siguientes preguntas: ¿Qué objetivo se busca? ¿Qué alternativas se tuvo? ¿Qué restricciones se tuvo? ¿Qué dificultades se presentaron? ¿Cuál fue la mejor opción? (Para identificar los conocimientos previos a la programación lineal)</p>	
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa de la evaluación de entrada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre Test: <a href="https://forms.gle/4bQPd4PRd8AvijdH9">https://forms.gle/4bQPd4PRd8AvijdH9</a></li> </ul>
SALIDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante revisa el material de lectura sobre Investigación de Operaciones y a partir de ello, elaboran en forma grupal 2 organizadores visuales de su elección utilizando alguna herramienta en línea y colaborativa.</li> <li>• El estudiante presenta y explica en equipos sus organizadores visuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura 1: Introducción a la Investigación de operaciones.</li> <li>• Lectura 2: Orígenes de la Investigación de Operaciones.</li> <li>• Lectura 3: Perspectivas históricas de la Investigación de Operaciones.</li> <li>• Herramienta de diseño en línea</li> <li>• Salas de meet grupales.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente comenta los aspectos positivos de los organizadores presentados e indica recomendaciones.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa en la dinámica respondiendo: ¿Qué te gustaría optimizar en tu vida?</li> <li>• El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación en el Padlet del curso: <a href="https://padlet.com/lbazan1/oi1">https://padlet.com/lbazan1/oi1</a></li> <li>• Formulario de encuesta</li> </ul>

#### IV. VERIFICACIÓN DEL LOGRO DE LA SESIÓN:

INDICADORES	RECURSOS DE VERIFICACIÓN DEL LOGRO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Organización de contenidos.</li><li>• Análisis y resumen de contenidos.</li><li>• Eficiencia en el uso de herramienta en línea colaborativa</li><li>• Trabajo en equipos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entrega de actividad en el SIA (Sistema Informático Académico de la UNC).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de contenidos para su conclusión personal.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Publicación en el Padlet del curso.</li></ul>

*Fecha :*

*Docente :MSc. Ing. Laura S. Bazán Díaz*



## SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 03

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Carrera : Ingeniería de Sistemas
- 1.2. Ciclo : III
- 1.3. Curso : Investigación de operaciones en Ingeniería I
- 1.4. Unidad : I
- 1.5. Semana de la sesión : 2
- 1.6. Nombre de la sesión : Introducción a la Programación Lineal

### II. LOGROS DE APRENDIZAJE:

#### 2.1 Logro de curso:

Al concluir la asignatura el estudiante formula y aplica modelos de optimización de programación lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador.

#### 2.2. Logro de unidad:

Al finalizar la unidad, el estudiante formula y resuelve problemas de programación lineal a través de modelos matemáticos demostrando análisis y coherencia.

#### 2.3. Logro de sesión:

Al término de la sesión, el estudiante elabora modelos matemáticos básicos de programación lineal.

### III. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
ENTRADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=55-lcBYOUBk">https://www.youtube.com/watch?v=55-lcBYOUBk</a></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como respuesta al interés recogido en la sesión anterior, el estudiante participa del video: ¿Cómo aprovechar mejor el tiempo? Comenta y comparte con sus compañeros.</li> </ul>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=vbE00TTozJ8">https://www.youtube.com/watch?v=vbE00TTozJ8</a>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante observa el video ¿Qué es la investigación de operaciones? para recordar los conocimientos de la sesión anterior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ArhP40Fwpyw">https://www.youtube.com/watch?v=ArhP40Fwpyw</a></li> </ul>

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante participa de la dinámica grupal de recuperación de saberes previos sobre programación lineal ¿Qué es la programación lineal? ¿En dónde se aplica la programación lineal?.</li> <li>El estudiante participa con su equipo en la actividad “Entrenamiento del cerebro 1”.</li> <li>El estudiante participa de la dinámica de ejercicios con ayuda del video: “Entrenamiento del cerebro 2”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://create.kahoot.it/share/introduccion-a-la-pl/d1df9ce0-40f5-4238-8370-5c3af96faac9">https://create.kahoot.it/share/introduccion-a-la-pl/d1df9ce0-40f5-4238-8370-5c3af96faac9</a></li> <li><a href="https://jamboard.google.com/d/1etYL9tnEuwACHzax9P0zrV_okMQgCPyxX_7hI9r8duA/edit?usp=sharing">https://jamboard.google.com/d/1etYL9tnEuwACHzax9P0zrV_okMQgCPyxX_7hI9r8duA/edit?usp=sharing</a></li> <li><a href="https://www.youtube.com/watch?v=YXEr_pqxPVM">https://www.youtube.com/watch?v=YXEr_pqxPVM</a></li> </ul>
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se presenta el Logro de Aprendizaje de la Sesión.</li> <li>En grupo de 4, los estudiantes dan una propuesta de solución a casos de la vida real.</li> <li>Explicación de contenidos, en base a las respuestas dadas en los casos anteriores. <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo matemático.</li> <li>Modelo de Programación Lineal.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material de Clase (PPT).</li> <li>Caso de estudio 1: Herencia de terrenos</li> <li>Caso de estudio 2: Cruce del crío en canoa</li> <li>Publicación en el Padlet del curso: <a href="https://padlet.com/lbazan1/oi1">https://padlet.com/lbazan1/oi1</a></li> <li>Material de Clase (PPT).</li> <li>Casos de estudio 1 y 2</li> </ul>
SALIDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante participa en equipos en la evaluación de la sesión respondiendo en Kahoot: ¿Qué es la programación lineal? ¿En dónde se aplica la programación lineal?</li> <li>El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://create.kahoot.it/share/introduccion-a-la-pl/d1df9ce0-40f5-4238-8370-5c3af96faac9">https://create.kahoot.it/share/introduccion-a-la-pl/d1df9ce0-40f5-4238-8370-5c3af96faac9</a></li> <li>Formulario de encuesta</li> </ul>

#### IV. VERIFICACIÓN DEL LOGRO DE LA SESIÓN:

INDICADORES	RECURSOS DE VERIFICACIÓN DEL LOGRO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel de identificación de variables</li><li>• Nivel de definición de variables</li><li>• Nivel de definición de la función objetivo</li><li>• Nivel de identificación de las restricciones</li><li>• Nivel de organización del modelo de programación lineal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pre test</li><li>• Rúbrica de evaluación</li><li>• Ficha de evaluación</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel de satisfacción en las estrategias desarrolladas (DCS: motivación, atención, emoción y memoria).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encuesta de satisfacción</li></ul>

*Fecha :*

*Docente : MSc. Ing. Laura S. Bazán Díaz*

## SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 04

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Carrera : Ingeniería de Sistemas
- 1.2. Ciclo : III
- 1.3. Curso : Investigación de operaciones en Ingeniería I
- 1.4. Unidad : I
- 1.5. Semana de la sesión : 2
- 1.6. Nombre de la sesión : Modelos de Programación Lineal Bidimensionales

### II. LOGROS DE APRENDIZAJE:

#### 2.1. Logro de curso:

Al concluir la asignatura el estudiante formula y aplica modelos de optimización de programación lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador.

#### 2.2. Logro de unidad:

Al finalizar la unidad, el estudiante formula y resuelve problemas de programación lineal a través de modelos matemáticos demostrando análisis y coherencia.

#### 2.3. Logro de sesión:

Al término de la sesión, el estudiante elabora modelos de programación lineal bidimensionales en base a las fases de su construcción.

### III. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
ENTRADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=QK41inNdNp8">https://www.youtube.com/watch?v=QK41inNdNp8</a></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa de la recuperación de saberes previos sobre modelo matemático y modelo de programación lineal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación en el Padlet del curso: <a href="https://padlet.com/lbazan1/oi1">https://padlet.com/lbazan1/oi1</a></li> </ul>
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presenta el Logro de Aprendizaje de la Sesión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Clase (PPT).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos, utilizando caso de estudio.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Construcción de un modelo de programación lineal (Pasos).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Clase (PPT).</li> <li>• Caso de estudio 3</li> </ul>

<b>MOMENTO</b>	<b>ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD</b>	<b>RECURSOS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de variables.</li> <li>▪ Definición de variables.</li> <li>▪ Identificación de la función objetivo.</li> <li>▪ Identificación y definición de restricciones.</li> <li>▪ Obtención del modelo de programación lineal.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa con su equipo en la actividad de ejercicios “Entrenamiento del cerebro 3”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPT con ejercicios para el cerebro</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante resuelve en grupo y con la guía del docente un listado de ejercicios para fortalecer el método de construcción de modelos de programación lineal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de ejercicios de programación lineal.</li> <li>• Salas Meet grupales</li> </ul>
<b>SALIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante resuelve ejercicios extra clase.</li> <li>• El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarea: Actividad de repaso</li> <li>• Formulario de encuesta</li> </ul>

#### **IV. VERIFICACIÓN DEL LOGRO DE LA SESIÓN:**

<b>INDICADORES</b>	<b>RECURSOS DE VERIFICACIÓN DEL LOGRO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de satisfacción en las estrategias desarrolladas (DCS: motivación, atención, emoción y memoria).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta de satisfacción</li> </ul>

**Fecha :**

**Docente : MSc. Ing. Laura S. Bazán Díaz**

## SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 05

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Carrera : Ingeniería de Sistemas
- 1.2. Ciclo : III
- 1.3. Curso : Investigación de operaciones en Ingeniería I
- 1.4. Unidad : I
- 1.5. Semana de la sesión : 3
- 1.6. Nombre de la sesión : Modelos de Programación Lineal Bidimensionales (Evaluación)

### II. LOGROS DE APRENDIZAJE:

#### 2.1. Logro de curso:

Al concluir la asignatura el estudiante formula y aplica modelos de optimización de programación lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador.

#### 2.2. Logro de unidad:

Al finalizar la unidad, el estudiante formula y resuelve problemas de programación lineal a través de modelos matemáticos demostrando análisis y coherencia.

#### 2.3. Logro de sesión:

Al término de la sesión, el estudiante elabora modelos de programación lineal bidimensionales en base a las fases de su construcción.

### III. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
ENTRADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante es recibido con Música relajante clásica mientras llegan sus compañeros y se inicia la sesión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=QK41inNdNp8">https://www.youtube.com/watch?v=QK41inNdNp8</a></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa con todos en la actividad “Entrenamiento del cerebro 4”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPT con ejercicios para el cerebro</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa de un repaso de los temas a evaluar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Clase (PPT).</li> </ul>
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante participa en la actividad “Entrenamiento del cerebro 5”.</li> <li>• El estudiante participa en la dinámica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPT con ejercicios para el cerebro</li> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=GEfyHCQCnIU">https://www.youtube.com/watch?v=GEfyHCQCnIU</a></li> </ul>

MOMENTO	ESTRATEGIA/ ACTIVIDAD	RECURSOS
	de ejercicios con el video “Ejercicios para relajar la mente.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante desarrolla la evaluación, acompañado de la música para activar el potencial cerebral (ondas cerebrales).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.youtube.com/watch?v=Q8JIO106JIM">https://www.youtube.com/watch?v=Q8JIO106JIM</a></li> <li>Prueba Post Test 1 y Post Test 2</li> <li><a href="https://forms.gle/8HEjxdba4Xd9WZB97">https://forms.gle/8HEjxdba4Xd9WZB97</a></li> </ul>
SALIDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante participa en la solución de la evaluación.</li> <li>El estudiante participa de la encuesta de satisfacción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solución de la evaluación.</li> <li>Formulario de encuesta</li> </ul>

#### IV. VERIFICACIÓN DEL LOGRO DE LA SESIÓN:

INDICADORES	RECURSOS DE VERIFICACIÓN DEL LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de identificación de variables</li> <li>Nivel de definición de variables</li> <li>Nivel de definición de la función objetivo</li> <li>Nivel de identificación de las restricciones</li> <li>Nivel de organización del modelo de programación lineal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Post test 1 y Post test 2</li> <li>Rúbrica de evaluación</li> <li>Ficha de evaluación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de satisfacción en las estrategias desarrolladas (DCS: motivación, atención, emoción y memoria).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta de satisfacción</li> </ul>

*Fecha:*

*Docente: MSc. Ing. Laura S. Bazán Díaz*

# Apéndice 6: Matrices generales de resultados

Matriz de resultados de la evaluación del pre test para el grupo control

FICHA DE EVALUACIÓN - PRE TEST GRUPO CONTROL		CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL														CATEGORÍAS												
N°	IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE	Identificación de variables				Definición de variables				Definición de la función objetivo				Identificación y definición de restricciones				Obtención del modelo de PL				TOTAL	Totales por dimensiones					
		Identifica correctamente todos los variables del modelo.	Identifica correctamente el 50% de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables de modelo de manera incorrecta.	No define las variables del modelo.	Define las variables de función, teniendo en cuenta primero la unidad de medida.	Define las variables de función, teniendo en cuenta la unidad de medida del problema.	Define las variables de función, teniendo en cuenta la unidad de medida.	No define las variables del modelo.	Define correctamente el objetivo (max/min) y expresa los coeficientes de la función objetivo (max/min) y expresa en un 50% los coeficientes de la función objetivo.	Define el objetivo y los coeficientes de la función objetivo de manera incorrecta.	No define la función objetivo.	Identifica y define correctamente las restricciones como desigualdades.	Identifica y define correctamente el 50% de las restricciones como restricciones como desigualdades.	Identifica y define correctamente las restricciones como desigualdades en forma incorrecta.	No define las restricciones del modelo.	Obtiene el modelo matemático, sin errores ni faltas.	Obtiene el modelo matemático con errores.	Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.	5		1	1	1	1	1	
1	OI-001A	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	5	1	1	1	1	1	
2	OI-002A			1				1					1								1		5	1	1	1	1	1
3	OI-003A			1				1					1			0				0		3	1	1	1	0	0	
4	OI-006A			1				1					1							1		5	1	1	1	1	1	
5	OI-007A			1				1					1							1		5	1	1	1	1	1	
6	OI-008A		2				2						1							1		7	2	2	1	1	1	
7	OI-009A		2				2	1				0				0				0		3	2	1	0	0	0	
8	OI-010A		2				2	1					1							0		5	2	1	1	1	0	
9	OI-011A	4					2						2							1		10	4	2	1	2	1	
10	OI-012A			1				1						1						1		5	1	1	1	1	1	
11	OI-013A	4					2					0								0		7	4	2	0	1	0	
12	OI-014A			1			2					0								0		4	1	2	0	1	0	
13	OI-015A	4						1					1							0		7	4	1	1	1	0	
14	OI-016A		2				2	1					2							0		6	2	1	1	2	0	
15	OI-018A		2				2						1		0					0		5	2	2	1	0	0	
16	OI-019A	4					2				2									0		9	4	2	2	1	0	
17	OI-020A	4					2				2									0		9	4	2	2	1	0	
18	OI-021A	4					2				2									1		13	4	2	2	4	1	
19	OI-022A		2				2					1		4						0		5	2	2	1	0	0	
20	OI-085C		2				2					1								0		5	2	2	1	0	0	
21	OI-086C	4				4				4				2						0		14	4	4	4	2	0	
22	OI-087C			1				1				1								0		3	1	1	1	0	0	
23	OI-088C		2					1				0								0		3	2	1	0	0	0	
24	OI-089C		2					1			2			2						0		7	2	1	2	2	0	
25	OI-090C		2					2				1								0		5	2	2	1	0	0	
26	OI-091C			1				1				1								0		3	1	1	1	0	0	
27	OI-092C		2					2				1			0					0		5	2	2	1	0	0	
28	OI-094C	4					2					0			1					0		7	4	2	0	1	0	
29	OI-095C	4					2				2		4							1		13	4	2	2	4	1	
30	OI-096C			1				1						1						1		5	1	1	1	1	1	
31	OI-097C	4					2				2									0		9	4	2	2	1	0	
32	OI-098C			1				1				1								1		5	1	1	1	1	1	
33	OI-099C		2				2					1								1		7	2	2	1	1	0	
34	OI-100C	4					2				2									0		9	4	2	2	1	0	
35	OI-101C			1				1				1								1		5	1	1	1	1	1	
36	OI-102C		2				2					1			0					0		5	2	2	1	0	0	
37	OI-103C	4					2					1								0		7	4	1	1	1	0	
38	OI-104C			1				1				1								1		5	1	1	1	1	1	
39	OI-105C		2					1				1		2						0		6	2	1	1	2	0	
40	OI-106C		2					1				0								0		3	2	1	0	0	0	
41	OI-107C			1				1				1								1		5	1	1	1	1	1	
42	OI-108C	4					2					1		2						1		10	4	2	1	2	1	
43	OI-109C			1			2				0			1						0		4	1	2	0	1	0	
44	OI-110C		2					1				1								0		5	2	1	1	1	0	
45	OI-111C			1				1				1								0		3	1	1	1	0	0	
46	OI-112P		2					1				0								0		3	2	1	0	0	0	
47	OI-113P	4					2					0			1					0		7	4	2	0	1	0	
48	OI-114P		2				2					1			0					0		5	2	2	1	0	0	
49	OI-115P	4					2				2				1					0		9	4	2	2	1	0	
50	OI-116P			1				1				1								0		3	1	1	1	0	0	
51	OI-117P			1				1				1								0		3	1	1	1	0	0	
52	OI-118P		2				2					1								1		7	2	2	1	1	1	
53	OI-120P			1				1				1								1		5	1	1	1	1	1	
54	OI-121P		2				2					1			0					0		5	2	2	1	0	0	
55	OI-122P			1				1				1								1		5	1	1	1	1	1	
56	OI-123P		2				2					2								0		7	2	1	2	2	0	
57	OI-125P	4				4		2				4								1		13	4	4	2	4	1	
58	OI-126P	4					4			4				2							0	14	4	4	4	2	0	
59	OI-127P	4					2				2				1					0		9	4	2	2	1	0	
60	OI-129P		2				2					1								0		5	2	2	1	0	0	



Matriz de resultados de la evaluación del pre test para el grupo experimental

FICHA DE EVALUACIÓN - PRE TEST GRUPO EXPERIMENTAL		CATEGORÍAS														Totales por dimensiones													
N	IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE	Identificación de variables				Definición de variables				Definición de la función objetivo				Identificación y definición de restricciones				Obtención del modelo de PL				TOTAL	Identificación de variables	Definición de variables	Definición de la función objetivo	Identificación y definición de restricciones	Obtención del modelo de PL		
		Identifica correctamente todas las variables del modelo.	Identifica correctamente el 50% de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables del modelo de manera incorrecta.	No identifica las variables del modelo.	Define las variables de elección teniendo en cuenta el número de unidades de producción.	Define las variables de elección teniendo en cuenta la asignación del problema.	Define las variables de elección teniendo en cuenta solo el nombre.	No define las variables del modelo.	Define correctamente el objetivo para (min) y (max) los coeficientes de la función objetivo.	Define correctamente el objetivo para un 50% los coeficientes de la función objetivo.	Define el objetivo para un 50% de manera incorrecta.	No define la función objetivo.	Identifica y define correctamente las restricciones como desigualdades.	Identifica y define correctamente el tipo de las restricciones como igualdad.	Define las restricciones como desigualdades en forma incorrecta.	No define las restricciones del modelo.	Obtiene el modelo matemático sin errores ni faltantes.	Obtiene el modelo matemático con errores.	Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.								
1	IO-025B	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	4	0	0	0	0		
2	IO-026B		2						1				1										0	5	2	1	1	1	0
3	IO-027B		2					2				1		4									0	9	2	2	1	4	0
4	IO-028B	4					2					1		2									0	9	4	2	1	2	0
5	IO-029B	4				4						1		2									0	11	4	4	1	2	0
6	IO-030B	4					2			4				2									0	11	4	2	4	1	0
7	IO-031B	4				4					2			1									0	11	4	4	2	1	0
8	IO-032B			1					1					1									0	4	1	1	1	1	0
9	IO-033B		2						1					1									0	5	2	1	1	1	0
10	IO-034B	4					2		1					2									0	9	4	2	1	2	0
11	IO-035B	4					2						1										0	8	4	2	1	1	0
12	IO-036B	4				4							1										0	11	4	4	1	2	0
13	IO-037B			1					1					2									0	4	1	1	1	1	0
14	IO-038B	4					2						1										0	9	4	2	1	2	0
15	IO-039B		2					2					2										0	6	2	2	1	1	0
16	IO-040B	4					2						1										0	8	4	2	1	1	0
17	IO-041B	4					2						1										0	8	4	2	1	1	0
18	IO-042B			1				1				0											0	2	1	1	0	0	0
19	IO-043B	4					2						1										0	8	4	2	1	1	0
20	IO-044B	4						1						1									0	7	4	1	1	1	0
21	IO-084B	4						1						1									0	7	4	1	1	1	0
22	IO-057E			1			2						1										0	5	1	2	1	1	0
23	IO-058E	4				4						0											0	8	4	4	0	0	0
24	IO-059E		2						0				2										0	4	2	0	0	2	0
25	IO-060E		2				2					1									1		0	6	2	2	1	0	1
26	IO-061E		2							2				1									0	7	2	2	2	1	0
27	IO-062E		2					1					2										0	6	2	1	1	2	0
28	IO-063E	4				4						0	4										0	12	4	4	0	4	0
29	IO-064E		2				2					1											0	6	2	2	1	1	0
30	IO-065E			1				1				1											0	4	1	1	1	1	0
31	IO-066E			1				1				1											0	4	1	1	1	1	0
32	IO-067E		2				4					1											1	9	2	4	1	1	1
33	IO-068E		2					2				1											0	5	2	2	1	0	0
34	IO-069E		2					2				1									1		0	6	2	2	1	0	1
35	IO-070E		2					2				1											1	7	2	2	1	1	1
36	IO-071E		2					2				2											0	8	2	2	2	2	0
37	IO-072E		2					2				1									1		0	7	2	2	1	1	1
38	IO-073E			1								0											0	3	1	1	0	1	0
39	IO-074E		2				4					1											1	9	2	4	1	1	1
40	IO-075E		2					2				1											0	5	2	2	1	0	0
41	IO-076E		2					2				1		4									1	10	2	2	1	4	1
42	IO-077E			1					1			1											0	3	1	1	1	0	0
43	IO-078E			1					0			1											1	4	1	0	1	1	1
44	IO-079E			1				1				1											1	5	1	1	1	1	1
45	IO-080E		2					2				2											0	8	2	2	2	2	0
46	IO-081E			1					1			1											0	4	1	1	1	1	0
47	IO-082E	4						1				1											0	7	4	1	1	1	0
48	IO-083E		2					2						1									0	5	2	2	0	1	0
49	IO-045V			1					0			1											1	4	1	0	1	1	1
50	IO-046V			1				1				1											0	4	1	1	1	1	0
51	IO-047V		2				4					1											1	9	2	4	1	1	1
52	IO-048V			1					1			0											0	3	1	1	0	1	0
53	IO-049V		2					2				1											1	7	2	2	1	1	1
54	IO-050V		2					2			2			2									0	8	2	2	2	1	0
55	IO-051V		2					2				1											0	5	2	2	1	0	0
56	IO-052V	4							1			1											0	7	4	1	1	1	0
57	IO-053V		2					2				1		4									1	10	2	2	1	4	1
58	IO-054V			1					1			1											1	5	1	1	1	1	1
59	IO-055V			1					1			1											0	3	1	1	1	0	0
60	IO-056V		2					2				0											0	5	2	2	0	1	0

# Matriz de resultados de la evaluación del post test 1 para el grupo control

FICHA DE EVALUACIÓN - POST TEST 1 GRUPO CONTROL																															
CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL																															
N°	IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE	CATEGORÍAS																													
		Identificación de variables				Definición de variables				Definición de la función objetivo				Identificación y definición de restricciones				Obtención del modelo de PL				TOTAL	Totales por dimensiones								
		Identifica correctamente el modelo.	Identifica correctamente el uso de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables del modelo de manera correcta.	No identifica las variables del modelo.	Define las variables de función teniendo en cuenta el nombre, la unidad de medida y el signo.	Define las variables de función teniendo en cuenta el signo.	Define las variables de función teniendo en cuenta el nombre.	No define las variables del modelo.	Define correctamente el objetivo (max/min) y asocia los coeficientes de la función objetivo.	Define correctamente el objetivo (max/min) y asocia los coeficientes de la función objetivo.	Define correctamente el objetivo (max/min) y asocia los coeficientes de la función objetivo.	Define correctamente el objetivo (max/min) y asocia los coeficientes de la función objetivo.	Define correctamente el objetivo (max/min) y asocia los coeficientes de la función objetivo.	Identifica y define correctamente las restricciones como desigualdades.	Identifica y define correctamente las restricciones como igualdades.	Identifica y define correctamente las restricciones como >= o <=.	Identifica y define correctamente las restricciones como >= o <=.	Obtiene el modelo matemático sin errores ni faltantes.	Obtiene el modelo matemático con errores.	Obtiene el modelo matemático con errores.		Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.	Identificación de variables	Definición de variables	Definición de la función objetivo	Identificación y definición de restricciones	Obtención del modelo de PL		
1	OI-001A	4				4				4								4									18	4	4	4	4
2	OI-002A	4				4				4								4								17	4	1	4	4	4
3	OI-003A	4				4				4								4								13	4	4	1	2	2
4	OI-006A	4				4				4								4								11	4	1	4	1	1
5	OI-007A	4				4				4								4								18	4	4	4	4	2
6	OI-008A	4				4				4								4								17	4	1	4	4	4
7	OI-009A	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
8	OI-010A	4				4				4								4								15	4	4	1	4	2
9	OI-011A		2							4																9	2	1	4	1	1
10	OI-012A		2							4																10	2	2	4	1	1
11	OI-013A	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
12	OI-014A	4				4				4								4								18	4	4	4	4	2
13	OI-015A		2							4								4								11	2	2	1	4	2
14	OI-016A	4				4				4								4								17	4	1	4	4	4
15	OI-018A	4				4				4								4								18	4	4	4	4	2
16	OI-019A	4				4				4								4								18	4	4	4	4	2
17	OI-020A	4				4				4								4								16	4	4	4	2	2
18	OI-021A	4				4				4								4								18	4	4	4	4	2
19	OI-022A	4				4				4								4								15	4	4	1	4	2
20	OI-085C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
21	OI-086C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
22	OI-087C	4				4				4								4								16	4	4	4	2	2
23	OI-088C	4				4				4								4								18	4	4	4	2	4
24	OI-089C	4				4				4								4								14	4	2	4	4	0
25	OI-090C	4				4				4								4								12	4	2	4	2	0
26	OI-091C			1						4								4								6	1	1	1	2	1
27	OI-092C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
28	OI-094C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
29	OI-095C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
30	OI-096C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
31	OI-097C	4				4				4								4								13	4	4	2	2	1
32	OI-098C			1						4								4								5	1	1	1	1	1
33	OI-099C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
34	OI-100C	4				4				4								4								12	4	2	2	4	0
35	OI-101C	4				4				4								4								18	4	2	4	4	4
36	OI-102C	4				4				4								4								12	4	2	2	2	2
37	OI-103C	4				4				4								4								14	4	2	4	2	2
38	OI-104C	4				4				4								4								12	4	2	4	1	1
39	OI-105C	4		2		4				4								4								12	2	2	4	2	2
40	OI-106C	4				4				4								4								18	4	2	4	4	4
41	OI-107C	4				4				4								4								9	4	2	1	1	1
42	OI-108C	4				4				4								4								14	4	4	4	2	0
43	OI-109C	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
44	OI-110C	4				4				4								4								12	4	2	4	1	1
45	OI-111C			1						4								4								6	1	1	1	2	1
46	OI-112P		2							4								4								10	2	2	4	2	0
47	OI-113P	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
48	OI-114P	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
49	OI-115P	4				4				4								4								18	4	2	4	4	4
50	OI-116P	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
51	OI-117P	4				4				4								4								12	4	2	4	1	1
52	OI-118P	4				4				4								4								16	4	4	4	4	0
53	OI-120P	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
54	OI-121P			0						4								4								3	0	0	1	1	1
55	OI-122P	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4
56	OI-123P	4				4				4								4								14	4	2	4	2	2
57	OI-125P	4				4				4								4								14	4	4	4	1	1
58	OI-126P	4				4				4								4								14	4	2	4	2	2
59	OI-127P	4				4				4								4								20	4	8	0	4	4
60	OI-129P	4				4				4								4								20	4	4	4	4	4

Matriz de resultados de la evaluación del post test 1 para el grupo experimental

FICHA DE EVALUACIÓN - POST TEST 1 GRUPO EXPERIMENTAL		CATEGORÍAS																									
CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL		Identificación de variables				Definición de variables				Definición de la función objetivo				Identificación y definición de restricciones				Obtención del modelo de PL				TOTAL	Totales por dimensiones				
N°	IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE	Identifica correctamente los variables del modelo.	Identifica correctamente el 50% de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables del modelo de programación lineal.	No identifica las variables del modelo.	Define las variables de la función objetivo en cuenta de la restricción.	Define las variables de la función objetivo en cuenta de la restricción de programación lineal.	Define las variables de la función objetivo en cuenta de la restricción de programación lineal.	No define las variables de la función objetivo.	Define correctamente el objetivo (máx/mín) y asocia los coeficientes de la función objetivo (máx/mín) y asocia los coeficientes de la función objetivo de la restricción de programación lineal.	Define el objetivo y no asocia los coeficientes de la función objetivo de la restricción de programación lineal.	No define la función objetivo.	Identifica y define correctamente todas las restricciones como restricciones de programación lineal.	Identifica y define correctamente al menos 50% de las restricciones como restricciones de programación lineal.	Identifica y define correctamente las restricciones como restricciones de programación lineal.	Identifica y define correctamente las restricciones como restricciones de programación lineal.	No define las restricciones del modelo.	Obtiene el modelo matemático, sin errores ni omisiones.	Obtiene el modelo matemático con omisiones.	Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.		Identificación de variables	Definición de variables	Definición de la función objetivo	Identificación y definición de restricciones	Obtención del modelo de PL
1	IO-025B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
2	IO-026B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
3	IO-027B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
4	IO-028B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
5	IO-029B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	4	4	2	4
6	IO-030B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
7	IO-031B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	4	4	4	2
8	IO-032B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	11	4	4	1	1	1
9	IO-033B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
10	IO-034B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
11	IO-035B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
12	IO-036B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
13	IO-037B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	11	4	4	1	1	1
14	IO-038B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
15	IO-039B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
16	IO-040B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	4	2	2
17	IO-041B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	4	2	2
18	IO-042B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	4	2	2
19	IO-043B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	17	4	4	1	4	4
20	IO-044B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
21	IO-084B	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	4	2	2
22	IO-057E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
23	IO-058E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
24	IO-059E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
25	IO-060E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
26	IO-061E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
27	IO-062E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
28	IO-063E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
29	IO-064E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
30	IO-065E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
31	IO-066E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	12	4	4	4	0	0
32	IO-067E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	2	4	4	4
33	IO-068E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
34	IO-069E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
35	IO-070E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
36	IO-071E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
37	IO-072E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	2	4	4	4
38	IO-073E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	14	4	2	4	2	2
39	IO-074E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	2	4	4	4
40	IO-075E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
41	IO-076E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
42	IO-077E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
43	IO-078E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	2	4	4	4
44	IO-079E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
45	IO-080E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	18	4	2	4	4	4
46	IO-081E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
47	IO-082E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	14	4	2	4	2	2
48	IO-083E	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
49	IO-045V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	12	4	4	2	1	1
50	IO-046V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	4	2	2
51	IO-047V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	2	4	2
52	IO-048V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
53	IO-049V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
54	IO-050V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	14	4	4	4	1	1
55	IO-051V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	5	1	1	1	1	1
56	IO-052V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
57	IO-053V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	20	4	4	4	4	4
58	IO-054V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	2	4	2
59	IO-055V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	16	4	4	2	4	2
60	IO-056V	4	2	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	0	4	4	2	1	0	4	1	1	1	1	0

Matriz de resultados de la evaluación del post test 2 para el grupo control

FICHA DE EVALUACIÓN - POST TEST 2 GRUPO CONTROL		CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL																																						
N°	IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE	CATEGORÍAS																		TOTAL	Totales por dimensiones																			
		Identificación de variables				Definición de variables				Definición de la función objetivo				Identificación y definición de restricciones				Obtención del modelo de PL				Identificación de variables	Definición de variables	Definición de la función objetivo	Identificación y definición de restricciones	Obtención del modelo de PL														
		Identifica correctamente todas las variables del modelo.	Identifica correctamente el 80% de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables de modo de tener en cuenta la estructura del modelo.	No identifica las variables del modelo.	Define las variables de acción teniendo en cuenta el dominio, la unidad de medida, la dirección de optimización.	Define las variables de acción teniendo en cuenta la estructura del problema.	Define las variables de acción teniendo en cuenta solo el nombre.	No define las variables del modelo.	Define las restricciones de la función objetivo (A, B, C) y sus coeficientes de la función objetivo (A, B, C) y sus coeficientes de la función objetivo (A, B, C).	No define la función objetivo.	Identifica y define correctamente las restricciones como desigualdades.	Identifica correctamente el 50% de las restricciones como desigualdades en forma incorrecta.	No define las restricciones del modelo.	Obtiene el modelo matemático sin errores ni paréntesis.	Obtiene el modelo matemático con errores.	Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.																						
2	OI-002A	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	15	4	4	4	1	2													
3	OI-003A	4				4				4				1				1				2						12	4	4	4	1	1	2						
4	OI-006A				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
5	OI-007A				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
6	OI-008A	4						1		4										1			1					11	4	4	4	1	4	1	1					
7	OI-009A				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
8	OI-010A	4						1		0			0								0	0	0	0	0	0	0	5	4	1	0	0	0	0						
9	OI-011A				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10	OI-012A	4						1		0			0			2					0	0	0	0	0	0	0	8	4	1	0	2	1	1						
11	OI-013A	4							0				0								0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0					
12	OI-014A				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
13	OI-015A				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
14	OI-016A	4						1		4			4								4						17	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
15	OI-018A	4						1		4			4										2				15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
16	OI-019A	4				4				4													1				14	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1			
17	OI-020A		2						0				0								0	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0				
18	OI-021A	4						2		1			0								0	0	0	0	0	0	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0				
19	OI-022A	4						1		4					2						2		2			13	4	4	1	4	2	2	2	2	2	2	2			
20	IO-085C	4				4				4			1		4								1			14	4	4	4	1	4	1	4	1	4	1	1			
21	IO-086C	4				4				4					2						2		2			16	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2			
22	IO-087C	4				4				4					2						2		2			16	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2			
23	IO-088C				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
24	IO-089C	4						1		4					2								2			0	11	4	1	4	2	4	2	4	2	4	2	4		
25	IO-090C	4						2		4													1			12	4	2	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1		
26	IO-091C	4				4				4			1		4								1			14	4	4	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1		
27	IO-092C				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
28	IO-094C	4				4				4					2								2			16	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2		
29	IO-095C	4						2		4					2								2			14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
30	IO-096C	4				2			2	4				4		2					4		4			18	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
31	IO-097C				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
32	IO-098C	4				4				4				4							4		4			20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
33	IO-099C	4				4				4				4									2			16	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2		
34	IO-100C	4						2		4			2		2								0			10	4	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
35	IO-101C	4				4				4				4							4		4			20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
36	IO-102C	4						2		4				4		2							2			14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
37	IO-103C	4						2		4				4							4		4			18	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
38	IO-104C	4						2		4				4		2							2			14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
39	IO-105C	4						2					1										1			9	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
40	IO-106C				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
41	IO-107C				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
42	IO-108C				0				0				0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
43	IO-109C	4				4				4											1		1			14	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
44	IO-110C	4				4				4					2								2			16	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
45	IO-111C	4				4						1		4									1			14	4	4	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	
46	IO-112P	4						2		4				4									0			14	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
47	IO-113P	4						2		4				2									2			14	4	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
48	IO-114P	4						2		4				2									2			14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
49	IO-115P	4				4				4				4							4		4			20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
50	IO-116P	4						2		4				4							4		4			18	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
51	IO-117P			2						4				4							4		4			16	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
52	IO-118P	4						2		4				4									0			14	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
53	IO-120P	4						2		4				4							4		4			18	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
54	IO-121P				0				0				1										1			3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
55	IO-122P	4						2		4				2									2			14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
56	IO-123P	4						2		4				2									2			14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
57	IO-125P	4						2		4			2										1			11	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
58	IO-126P	4						2		4				2									2			14	4	2	4											

Matriz de resultados de la evaluación del post test 2 para el grupo experimental

FICHA DE EVALUACIÓN - POST TEST 2 GRUPO EXPERIMENTAL																															
CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL																															
N°	IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE	CATEGORÍAS																				TOTAL	Totales por dimensiones								
		Identificación de variables				Definición de variables				Definición de la función objetivo				Identificación y definición de restricciones				Obtención del modelo de PL					Identificación de variables	Definición de variables	Definición de la función objetivo	Identificación y definición de restricciones	Obtención del modelo de PL				
		Identifica correctamente todas las variables del modelo.	Identifica correctamente el 50% de todas las variables del modelo.	Identifica todas las variables del modelo de manera incorrecta.	No identifica las variables del modelo.	Define las variables de acción teniendo en cuenta el nombre, la unidad de medida y el signo.	Define las variables de acción teniendo en cuenta el nombre y la descripción del problema.	Define las variables de acción teniendo en cuenta solo el nombre.	No define las variables del modelo.	Identifica correctamente el 50% de todas las restricciones de la función objetivo.	Identifica correctamente el 25% de las restricciones de la función objetivo.	Identifica correctamente el 12.5% de las restricciones de la función objetivo.	Identifica correctamente el 6.25% de las restricciones de la función objetivo.	Identifica y define las restricciones como desigualdades.	Identifica y define las restricciones como igualdades en forma incorrecta.	No define las restricciones del modelo.	Obtiene el modelo matemático, sin errores ni omisiones.	Obtiene el modelo matemático con omisión.	Obtiene el modelo matemático con errores.	No obtiene un modelo matemático.											
1	IO-0258	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	4	2	1	0	16	4	4	4	2	2
2	IO-0268	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
3	IO-0278	4				4				4				4	2			4	2			4	2			16	4	4	4	2	2
4	IO-0288	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
5	IO-0298	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
6	IO-0308	4				4	2			4				4	2			4	2			4				14	4	2	4	2	2
7	IO-0318	4				4				4				4				4	2			4				18	4	4	4	4	2
8	IO-0328	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
9	IO-0338	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
10	IO-0348	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
11	IO-0358	4				4	2			4				4				4	2			4				16	4	2	4	4	2
12	IO-0368	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
13	IO-0378	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
14	IO-0388	4				4	2			4				4	2			4	2			4				14	4	2	4	2	2
15	IO-0398	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
16	IO-0408	4				4	2			4				4	2			4	2			4				14	4	2	4	2	2
17	IO-0418	4				4				4				4				4				4				17	4	1	4	4	4
18	IO-0428	4				4	2			4			1	4				4		0		4			0	7	4	2	1	0	0
19	IO-0438	4				4	2			4				4	2			4	2			4				14	4	2	4	2	2
20	IO-0448	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
21	IO-0848	4				4				4				4	2			4				4	2			16	4	4	4	2	2
22	IO-057E	4				4	2			4				4	2			4	2			4				14	4	2	4	2	2
23	IO-058E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
24	IO-059E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
25	IO-060E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
26	IO-061E	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
27	IO-062E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
28	IO-063E	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
29	IO-064E	4				4	2			4			1	4		1		4				4		1		9	4	2	1	1	1
30	IO-065E	4				4				4				4	2			4				4	2			16	4	4	4	2	2
31	IO-066E	4				4	2			4			1	4				4				4		1		9	4	2	1	1	1
32	IO-067E	4				4	2			4			1	4				4				4		1		9	4	2	1	1	1
33	IO-068E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
34	IO-069E	4				4	2			4				4	2			4	2			4				14	4	2	4	2	2
35	IO-070E	4				4				4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
36	IO-071E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
37	IO-072E	4				4	2			4		1		4	2			4	2			4				11	4	2	1	2	2
38	IO-073E	4				4	2			4				4	2			4				4				14	4	2	4	2	2
39	IO-074E	4				4	2			4		1		4		1		4				4		1		9	4	2	1	1	1
40	IO-075E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
41	IO-076E	4				4				4				4	2			4	2			4				16	4	4	4	2	2
42	IO-077E	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
43	IO-078E	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
44	IO-079E	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
45	IO-080E	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
46	IO-081E	4				4				4			1	4				4	2			4				15	4	4	1	4	2
47	IO-082E	4				4	2			4				4				4				4				18	4	2	4	4	4
48	IO-083E	4				4	2			4				4				4				4				14	4	2	4	2	2
49	IO-045V	4				4				4			1	4				4	2			4				13	4	4	1	2	2
50	IO-046V	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
51	IO-047V				0	4				4				4				4				4				12	0	0	4	4	4
52	IO-048V	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
53	IO-049V	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
54	IO-050V	4				4				4			2	4				4				4		1		9	4	1	2	1	1
55	IO-051V	4				4	1			4			1	4				4				4		1		9	4	1	1	1	1
56	IO-052V	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4
57	IO-053V	4				4				4				4				4				4				18	4	1	4	4	4
58	IO-054V	4				4	1			4				4				4				4				17	4	1	4	4	4
59	IO-055V	4				4				4				4	2			4				4				16	4	4	4	2	2
60	IO-056V	4				4				4				4				4				4				20	4	4	4	4	4

## Anexo 1: Sílabo de la asignatura de Investigación de Operaciones en Ingeniería I



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

#### FACULTAD DE INGENIERÍA

#### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

## SÍLABO DE LA ASIGNATURA DE INVESTIGACIÓN DE

### I. DATOS GENERALES

1.1.	Departamento Académico	: Sistemas, Estadística e Informática
1.2.	Carrera profesional	: Ingeniería de Sistemas
1.3.	Asignatura	: Investigación en operaciones en Ingeniería I
1.4.	Código	: 11Q226
1.5.	Naturaleza	: Obligatorio
1.6.	Ubicación	: Tercer Ciclo
1.7.	Prerrequisito	: Estadística y probabilidades
1.8.	Horas semanales	: 05 (02 teoría y 03 práctica)
1.9.	Créditos	: 03
1.10.	Semestre académico	: 2020- 1
1.11.	Fecha de inicio	: 17 de agosto del 2020
1.12.	Fecha de culminación	: 11 de diciembre del 2020
1.13.	Duración	: 17 Semanas

### DOCENTE

1.14.	Nombre	: Mg Cs Ing. Laura Bazán Díaz.
1.15.	Email	: <a href="mailto:Lbazan@unc.edu.pe">Lbazan@unc.edu.pe</a>
1.16.	Site	: <a href="https://sites.google.com/a/unc.edu.pe/laurabazan/">https://sites.google.com/a/unc.edu.pe/laurabazan/</a>
1.17.	Código ORCID	: <a href="https://orcid.org/0000-0001-6377-8328">https://orcid.org/0000-0001-6377-8328</a>

### II. SUMILLA

Investigación de operaciones en ingeniería I es una asignatura del área curricular de Estudios Específicos, de carácter teórico-práctico, que contribuye en la formación del estudiante para que sea capaz de formular y aplicar modelos de optimización matemática lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador. Los contenidos que comprende son: Formulación de la programación lineal, Métodos de solución para programación lineal, Análisis de sensibilidad y dualidad de programación lineal y Modelos especiales de programación lineal.

### III. Competencias a las que se orienta la asignatura

COMPETENCIA GENERAL	COMPETENCIA ESPECÍFICA	RESULTADO DE LA ASIGNATURA EN RELACIÓN A LAS COMPETENCIAS
Aplica el razonamiento lógico-matemático de manera eficaz y eficiente para la solución de problemas del contexto (CEG2).	<b>Competencia CE1 de Nivel Básico:</b> Comprende el funcionamiento de la empresa a través de teorías y fundamentos sobre la organización, administración y procesos en sus diferentes áreas, para que con un enfoque integrador la conciba como un sistema.	Al concluir la asignatura el estudiante formula y aplica modelos de optimización matemática lineal en ingeniería para solucionar problemas, utilizando técnicas y herramientas a través del computador.

### IV. Organización de las unidades y resultados de aprendizaje

Unidad didáctica I: FORMULACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL		Resultado de aprendizaje 1 (RA-1): Formula problemas de programación lineal a través de modelos matemáticos demostrando análisis y coherencia.	
SEM	CONTENIDOS (SABERES ESENCIALES)	ESTRATEGIAS (ACTIVIDADES FORMATIVAS)	INDICADORES DE DESEMPEÑO
1	Presentación del sílabo. Introducción al uso de estrategias de autoaprendizaje. Planificación del aprendizaje.	Participa en la técnica de presentación. Participa en el análisis del sílabo y en la negociación pedagógica. Explora material sobre el origen de la investigación de operaciones.	Elabora un mapa conceptual de origen y antecedentes de la investigación de operaciones, demostrando orden y coherencia. Participa en el foro de discusión.
2	Introducción a la Programación Lineal. Construcción de un modelo matemático.	Resuelve juegos sobre modelos matemáticos. Identifica los elementos de un modelo matemático. Aplica el modelo matemático para la formulación de un problema.	Participa en el foro de discusión. Construye con orden y precisión un modelo matemático a partir de un problema de estudio.
3	Programación Lineal bidimensional.	Analiza material de apoyo sobre formulación de problemas de dos variables. Formula problemas de maximización y minimización. Resuelve problemas bidimensionales utilizando el método gráfico.	Participa en el foro de discusión. Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre programación lineal bidimensional, demostrando orden, claridad y precisión.
4	Práctica calificada	Aplica los contenidos de la unidad I en la resolución de la práctica calificada.	
Unidad didáctica II: MÉTODOS DE SOLUCIÓN PARA PROGRAMACIÓN LINEAL		Resultado de aprendizaje 2 (RA-2): Aplica con precisión los métodos de solución de programación lineal para dar solución a los problemas formulados.	
SEM	CONTENIDOS (SABERES ESENCIALES)	ESTRATEGIAS (ACTIVIDADES FORMATIVAS)	INDICADORES DE DESEMPEÑO
5	Forma estándar del modelo de programación lineal	Identifica las limitaciones que tiene el método gráfico para la programación lineal. Analiza la estructura de la forma estándar para: la función objetivo, restricciones y variables irrestrictas. Aplica la forma estándar en formulaciones realizadas durante el curso.	Participa en el foro de discusión. Presenta la forma estándar de la formulación de problemas lineales, teniendo en cuenta las reglas de la notación.

6	Método simplex primal para maximización. Método simplex para minimización.	Identifica los elementos del tablero simplex. Desarrolla el método simplex para problemas de maximización y minimización. Trabaja en grupos una práctica de ejercicios propuesta.	Participa en el foro de discusión. Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre método simplex primal, demostrando orden, claridad y precisión.
7	Casos especiales en la aplicación del método simplex. Método simplex para variables irrestrictas.	Desarrolla ejercicios con soluciones especiales. Identifica la clasificación de casos especiales de la programación lineal según lo resuelto anteriormente. Resuelve ejercicios con variables irrestrictas.	Participa en el foro de discusión. Participa activamente en la resolución de ejercicios en clase y en forma grupal.
8	Práctica calificada	Aplica los contenidos de la unidad II en la resolución de la práctica calificada.	
<b>Unidad didáctica III: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y DUALIDAD DE PROGRAMACIÓN LINEAL</b>		<b>Resultado de aprendizaje 3 (RA-3):</b> Realiza el análisis de sensibilidad y dualidad en base a la solución óptima.	
<b>SEM</b>	<b>CONTENIDOS (SABERES ESENCIALES)</b>	<b>ESTRATEGIAS (ACTIVIDADES FORMATIVAS)</b>	<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO</b>
9	Método simplex dual	Identifica casos que pueden solucionarse con el método simplex dual. Aplica los pasos del método simplex dual según las restricciones dadas. Resuelve en grupo los ejercicios propuestos.	Participa en el foro de discusión. Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre método simplex dual, demostrando orden, claridad y precisión.
10	Modelo de PL estándar en forma matricial. Método simplex primal revisado.	Identifica los elementos matriciales del tablero simplex. Desarrolla el método simplex revisado para problemas de maximización y minimización. Trabaja en grupos una práctica de ejercicios propuesta.	Participa en el foro de discusión. Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre método simplex revisado, demostrando orden, claridad y precisión.
11	Análisis de sensibilidad.	Reflexiona sobre los cambios en la solución óptima. Identifica los tipos de sensibilidad: en la función objetivo y en las disponibilidades de las restricciones. Aplica los cálculos para determinar los rangos de variación para la solución óptima.	Participa en el foro de discusión. Participa activamente en el análisis de sensibilidad de ejercicios propuestos, teniendo en cuenta el tipo de variación en que se incurre,
12	Práctica calificada	Aplica los contenidos de la unidad III en la resolución de la práctica calificada.	
<b>Unidad didáctica IV: MODELOS ESPECIALES DE PROGRAMACIÓN LINEAL.</b>		<b>Resultado de aprendizaje 4 (RA-4):</b> Aplica la programación lineal en modelos especiales utilizando con precisión métodos específicos según su definición.	
<b>SEM</b>	<b>CONTENIDOS (SABERES ESENCIALES)</b>	<b>ESTRATEGIAS (ACTIVIDADES FORMATIVAS)</b>	<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO</b>
13	Análisis de dualidad. El problema dual. Relación primal – dual.	Averigua sobre el análisis de la dualidad y comparte en grupos de trabajo. Formula el problema dual en base al problema dual en forma estándar. Realiza el análisis de dualidad haciendo la interpretación de sus resultados.	Participa en el foro de discusión. Participa activamente en el análisis de dualidad en los ejercicios propuestos, teniendo en cuenta su importancia y resultado.



14	El problema del transporte. Métodos de solución.	Identifica los elementos del modelo de transporte. Desarrolla los métodos de solución: Noroeste, Mínimo coste y Aproximación de Vogel. Trabaja en grupos una práctica de ejercicios propuesta.	Participa en el foro de discusión. Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre modelo de transporte, demostrando orden, claridad y precisión.
15	El problema de asignación. Método de solución.	Identifica los elementos del modelo de asignación. Desarrolla el método húngaro para el modelo de asignación. Trabaja en grupos una práctica de ejercicios propuesta.	Participa en el foro de discusión. Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre modelo de asignación, demostrando orden, claridad y precisión.
16	Práctica calificada	Aplica los contenidos de la unidad IV en la resolución de la práctica calificada.	
17	Evaluación de aplazados	Aplica los contenidos de las unidades I, II, III y IV en la resolución de la práctica calificada.	

### V. Estrategias metodológicas

Las estrategias del rol docente y del alumno en el desarrollo de la asignatura, se aprecia a continuación:

ESTRATEGIAS	FINALIDAD
Videoconferencia / Método Expositivo / Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante.
Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados.
Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos.
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos.
Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa.
Contrato de aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo.
Foros de discusión	Promover la participación e interacción entre estudiantes.

### VI. Evaluación del aprendizaje

La evaluación por competencias está alineada directamente con los resultados de aprendizaje.

EVALUACIÓN	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS (INDICADORES DE DESEMPEÑO)	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	SEMANA
EV – 1	RA-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elabora un mapa conceptual de origen y antecedentes de la investigación de operaciones, demostrando orden y coherencia.</li> <li>Construye con orden y precisión un modelo matemático a partir de un problema de estudio.</li> </ul>	Listas de cotejo,  Fichas de observación y  Cuestionario de evaluación	Cuatro

EVALUACIÓN	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS (INDICADORES DE DESEMPEÑO)	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	SEMANA
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre programación lineal bidimensional, demostrando orden, claridad y precisión.</li> <li>Aplica los contenidos de la unidad I en la resolución de la práctica calificada.</li> <li>Participa en los foros de discusión, aportando e interactuando con sus compañeros.</li> </ul>		
EV – 2	RA-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta la forma estándar de la formulación de problemas lineales, teniendo en cuenta las reglas de la notación.</li> <li>Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre método simplex primal, demostrando orden, claridad y precisión.</li> <li>Participa activamente en la resolución de ejercicios en clase y en forma grupal.</li> <li>Aplica los contenidos de la unidad II en la resolución de la práctica calificada.</li> <li>Participa en los foros de discusión, aportando e interactuando con sus compañeros.</li> </ul>	<p>Listas de cotejo,</p> <p>Fichas de observación y</p> <p>Cuestionario de evaluación</p>	Ocho
EV – 3	RA-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participa activamente en el análisis de dualidad en los ejercicios propuestos, teniendo en cuenta su importancia y resultado.</li> <li>Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre modelo de transporte, demostrando orden, claridad y precisión.</li> <li>Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre modelo de asignación, demostrando orden, claridad y precisión.</li> <li>Aplica los contenidos de la unidad IV en la resolución de la práctica calificada.</li> </ul>	<p>Listas de cotejo,</p> <p>Fichas de observación y</p> <p>Cuestionario de evaluación</p>	Doce

EVALUACIÓN	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS (INDICADORES DE DESEMPEÑO)	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	SEMANA
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Participa en los foros de discusión, aportando e interactuando con sus compañeros.</li> </ul>		
EV – 4	RA-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participa activamente en el análisis de dualidad en los ejercicios propuestos, teniendo en cuenta su importancia y resultado.</li> <li>Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre modelo de transporte, demostrando orden, claridad y precisión.</li> <li>Presenta la resolución de un listado de ejercicios sobre modelo de asignación, demostrando orden, claridad y precisión.</li> <li>Aplica los contenidos de la unidad IV en la resolución de la práctica calificada.</li> <li>Participa en los foros de discusión, aportando e interactuando con sus compañeros.</li> </ul>	Listas de cotejo,  Fichas de observación y  Cuestionario de evaluación	Dieciséis
Recuperación	La recuperación se tomará si más del 50% de estudiantes estuvieran desaprobados.			
Aplazados	Evaluación que el estudiante accede en caso haya desaprobado la asignatura, con una nota mayor o igual que 05 (cinco) y con el mínimo de 70% de asistencia durante el ciclo.			

**Especificaciones:**

El SIA determina las fechas de ingreso de las 4 notas (N1, N2, N3 y N4):

N1= Promedio de actividades unidad 1 (10% foros – 20% tareas – 70% cuestionario de evaluación)

N2= Promedio de actividades unidad 2 (10% foros – 20% tareas – 70% cuestionario de evaluación)

N3= Promedio de actividades unidad 3 (10% foros – 20% tareas – 70% cuestionario de evaluación)

N4= Promedio de actividades unidad 4 (10% foros – 20% tareas – 70% cuestionario de evaluación)

## VII. Referencias

[1] DOMINGUEZ Antonio, ALVAREZ José. Dirección de operaciones: Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. 1995. McGraw-Hill

[2] LIEBERMAN Hiller. Introducción a la Investigación de Operaciones. 2010. McGraw-Hill

[3] NOORI Hamid, RADFORD Russell. Administración de operaciones y producción: calidad total y respuesta sensible rápida. 1997. McGraw Hill.

[4] PRAWDA Juan. Métodos y modelos de Investigación de Operaciones. VOL I y II. 2004. México.

[5] TAHA Hamdy. Investigación de Operaciones. 2012. México. Prentice Hall – Pearson. Editorial Limusa.

## URLs

PHP Simplex: <http://www.phpsimplex.com/simplex/simplex.htm>

Cajamarca, Agosto del 2020 / Mg. Ing. Laura Sofía Bazán Díaz

## Anexo 2: Autorización de la EAPIS para el desarrollo de la investigación



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**"Año de la Universalización de la Salud"**

Cajamarca, 26 de octubre de 2020

**OFICIO N° 083-2020-EAPIS-FI-UNC**

Señor:

MSc. Ing. Laura Bazán Díaz.

Docente Adscrita al Departamento de Sistemas, Estadística e Informática.

**PRESENTE.** -

**REFERENCIA:** Solicitud S/N-2020.

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo, por intermedio del presente dar respuesta al documento de la referencia, relacionado a la solicitud **de autorización para aplicación de investigación de doctorado en la asignatura de investigación de operaciones 2020-I**; al respecto esta unidad académica cree por conveniente aceptar dicha solicitud por considerarlo de importancia para su desarrollo profesional y para nuestra Escuela Profesional.

Sin otro particular, me despido de usted sin antes reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. INGENIERÍA DE SISTEMAS

**DR. ING. EDWIN A. VALENCIA CASTILLO**  
**DIRECTOR**

Cc  
Archivo  
EAVC/jam

## Anexo 3: Conocimiento informado para estudiantes

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Investigador: LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ / [lbazan@unc.edu.pe](mailto:lbazan@unc.edu.pe)

Este documento de Consentimiento Informado se dirige a estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, que cursan en el ciclo regular 2020-I, las asignaturas de INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES EN INGENIERÍA I u OPTIMIZACIÓN EN INGENIERÍA I.

LAURA SOFÍA BAZÁN DÍAZ, en calidad de docente por concurso público de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca, está investigando sobre las estrategias didácticas basadas en neuroeducación y su aplicación en la construcción de modelos de programación lineal, fase que establece el inicio fundamental de la solución de problemas de optimización. Se busca mejorar la práctica docente en asignaturas de investigación de operaciones y afines, por lo cual ha sido seleccionado a participar del grupo experimental de esta investigación, como parte de las sesiones de aprendizaje del ciclo regular 2020-I.

La creciente importancia de las teorías de la neuroeducación ha contribuido en conocer y utilizar las nociones básicas sobre el sistema nervioso para el ámbito educativo, potenciando el desarrollo de estrategias de neurodidáctica, en el manejo de emociones relacionadas con el aprendizaje. En educación superior, es necesario generar elementos que fortalezcan el aprendizaje de contenidos de nivel complejo, como la construcción de modelos matemáticos, que requiere de un alto nivel de abstracción; cuando los estudiantes logran manejar componentes matemáticos de manera fluida, no solo superan el logro de la asignatura para la culminación y el ejercicio de su carrera profesional, sino además su aprendizaje se refleja positivamente a lo largo de toda su vida.

Esta investigación comprende una evaluación de entrada, el desarrollo del tema de construcción de modelos matemáticos con estrategias didáctica basadas en neuroeducación y una evaluación final.

Su participación en esta investigación es voluntaria al decidir matricularse a las asignaturas mencionadas, para luego participar en las sesiones de aprendizaje y evaluaciones con la docente asignada.

No se compartirá la identidad de aquellos que participen en la investigación. La información que se recoja en este proyecto de investigación se mantendrá confidencial. Cualquier información acerca del participante tendrá un código alfanumérico, en vez de su nombre. Solo la investigadora sabrá cuál es su código y se mantendrá la información cerrada al acceso.

Mediante la firma de este documento, doy mi consentimiento para participar dentro del grupo experimental del trabajo de investigación: "APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN NEUROEDUCACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LAS ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020".

He leído la información proporcionada y he tenido la oportunidad de preguntar sobre ella.

Nombre del Participante:	
Firma del Participante:	
Lugar y Fecha	Cajamarca, 17 de agosto del 2020.

## Anexo 4: Gimnasia cerebral según Ibarra ( 1997)

# 1

## BOTONES CEREBRALES

*f* ii

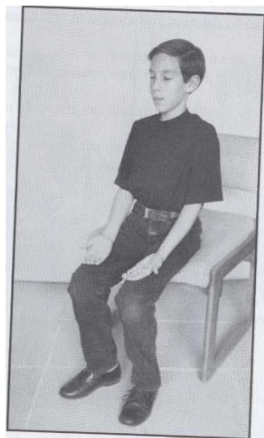
### PASOS

1. Piernas moderadamente abiertas.
2. La mano izquierda sobre el ombligo presionándolo.
3. Los dedos índice y pulgar de la mano derecha presionan las arterias carótidas (las que van del corazón al cerebro) que están en el cuello; coloca los dedos restantes entre la primera y segunda costilla, al corazón.
4. La lengua, apoyada en el paladar.
5. Usa: "Música Barroca Para Aprender Mejor" (de 60 tiempos).

### BENEFICIOS

- Normaliza la presión sanguínea.
- Despierta el cerebro.
- Estabiliza una presión normal de sangre al cerebro.
- Alerta el sistema vestibular (donde se encuentra el equilibrio).
- Aumenta la atención cerebral.

## CUENTA HASTA DIEZ



## PASOS

1. Procura una posición cómoda -puede ser una silla-, manteniendo una postura recta en tu columna y apoyando tus pies sobre el piso, o bien sentado en la punta de tus talones, como en la isla de Bali.
2. Coloca las palmas de tus manos hacia arriba al frente, a la altura de tu cintura, apoyándolas sobre tus piernas, o bien -como en la isla de Bali- juntándolas enfrente de tu rostro sosteniendo alguna flor.
3. Cierra por un momento los ojos y, mientras, presta atención a tu respiración.
4. Toma aire y cuenta hasta diez; retén el aire en tu interior y cuenta otra vez hasta diez.
5. Exhala el aire contando hasta diez y quédate sin aire mientras cuentas hasta diez lenta y suavemente.
6. Repite el ejercicio varias veces.
7. Puedes complementarlo usando alguna palabra corta como: "Paz", "Amor", "Me siento muy bien"; puedes repetirla mientras inhalas y después al exhalar. Si no aguantas los diez segundos, acompaña tu respiración contando hasta cinco. En Bali repiten la frase: "Dios en mí".
8. Usa como fondo musical: "Mozart para Aprender Mejor"  
(Selección: Música para Estimular la Creatividad)

## BENEFICIOS

- Cuando el cerebro fija la atención en la respiración todo el sistema nervioso se pone inmediatamente en alerta.
- El hecho de llevar un ritmo hace que el sistema nervioso adquiera armonía.
- La calma regresa; en algunas culturas, como en Bali, a este ejercicio se le da el nombre de "meditación".
- Ayuda al cerebro a tener claridad en el razonamiento y apertura para la creatividad.



## EJERCICIO DE ATENCIÓN 1; "A, B, C

**A B C D E F G**  
*d i j i d d j*

**H I J K L M N**  
*i d i j i j d*

**Ñ O P Q R S T**  
*j d i d i j i*

**U V W X Y Z**  
*d i j d d i*

## PASOS

1. Dibuja un abecedario en mayúsculas y pega tu hoja a nivel de tus ojos.
2. Debajo de cada letra coloca las letras: "d, i, j", al azar, que quieren decir: d=derecho, brazo derecho; i=izquierdo, brazo izquierdo, y j =juntos, ambos brazos juntos.
3. Escribe estas tres letras en minúsculas cuidando que no esté debajo de la "D" la "d" minúscula, de la "I" la "i" minúscula y de la "J" la "j" minúscula.
4. Pega tu hoja en una pared, exactamente al nivel de tu vista.
5. Mientras lees en voz alta la letra, "A" te fijas que debajo hay una "d"; entonces sube tu brazo derecho frente a ti y bájalo; si hay una "i" sube tu brazo izquierdo frente a ti y bájalo, y si hay una "j" sube ambos brazos y bájalos; así llegarás a la "Z".
6. Cuando hayas llegado a la "Z", a buen ritmo, empieza de nuevo el ejercicio, ahora desde la "Z" hasta la "A".
7. Si en el trayecto de la "A" a la "Z" te equivocas, sacúdete y vuelve a empezar, escogiendo tu propio ritmo hasta que llegues a la "Z".
8. Usa: "Música Barroca Para Aprender Mejor" (de 80 tiempos).

## BENEFICIOS

- Logra la integración entre el consciente y el inconsciente.
- Permite una múltiple atención entre el movimiento, la visión y la audición.
- Favorece el que, a través del ritmo, la persona se concentre.
- Ayuda a mantener un estado de alerta en el cerebro.
- Integra ambos hemisferios cerebrales.
- Se recomienda antes de iniciar un aprendizaje difícil o la resolución de un problema; así se preparará el sistema nervioso para cualquier eventualidad.

# 12

EJERCICIOS DE ATENCIÓN 2: "p,d,q,b"

**p d q b d p p b**

**p p b q b p q p**

**d p b p b p q d**

**p q d p q d q b**

## PASOS

1. Escribe en una hoja de papel cuatro letras minúsculas: "p, d, q, b" al azar.
2. Pega tu hoja en la pared a nivel de tus ojos.
3. Como si estuvieras ante un espejo, cuando veas una "p", pronuncia la letra, flexiona y levanta tu pierna izquierda, como si tu pierna fuera el ganchito de la "p" viéndola en el espejo.
4. Si ves una "d", pronúnciala y mueve tu brazo derecho hacia arriba, como si tu brazo fuera el ganchito de la "d" viéndola en el espejo.
5. Si ves una "q", pronúnciala y flexiona y levanta tu pierna derecha.
6. Si ves una "b", pronúnciala y mueve tu brazo izquierdo hacia arriba.
7. Haz el ejercicio a tu propio ritmo; si te equivocas, sacúdete y vuelve a empezar, aumenta la velocidad cuando tú decidas.
8. Repite el ejercicio de abajo hacia arriba.
9. Usa: "Música Barroca Para Aprender Mejor" (de 80 tiempos).

## BENEFICIOS

- Ayuda a corregir el área sensomotora y el sentido de dirección.
- Mejora la coordinación entre vista, oído y sensación.
- Alerta al cerebro.

## ACCESANDO EXCELENCIA

### PASOS

(Usa como fondo musical algún tema de: "Naturaleza Musical")

1. Recuerda un momento en que te haya ido muy bien (estado de excelencia) y al recordarlo ve lo que viste, escucha lo que escuchaste y siente lo que sentiste.
2. Vive y disfruta ese estado de excelencia ahora.
3. Imagina que ese estado de excelencia tiene una forma, un color, un sonido y una sensación (por ejemplo: tiene la forma de una estrella dorada, suena como campanitas y es suave).
4. Haz como si esa estrella la guardaras en tu mano, apretándola.
5. Repite el ejercicio varias veces con momentos de excelencia diferentes y guárdalos en el mismo lugar.
6. En el futuro, cuando necesites mantenerte en un estado de excelencia bastará con recordar la estrella en tu mano y este hecho automáticamente disparará el estado que deseas y lo notarás en tu cuerpo.
7. Y con una actitud de gratitud y esperanza, despídete de tus imágenes, sonidos y sensaciones.
8. Cuando vuelvas a repetir este ejercicio puedes elegir otros lugares en tu cuerpo para guardar tus momentos de excelencia.
9. Recuerda repetir:

ES POSIBLE,  
TENGO LA CAPACIDAD  
Y LO MEREZCO...

### BENEFICIOS

- Accesa fácilmente estados de excelencia.
- Acelera el aprendizaje.
- Aumenta la creatividad.
- Conecta el cerebro con lo mejor que tiene dentro: posibilidades, experiencias positivas, solución a problemas.
- Provoca que el cerebro y el cuerpo se mantengan en una buena disposición, para dar lo mejor.
- Ayuda a que las respuestas que tengas hacia el medio ambiente sean firmes y hechas en plenitud de recursos.
- Permite disfrutar más de la vida.

# 9

## OCHITOS CON EL DEDO



### PASOS

1. Utiliza el dedo pulgar derecho (o izquierdo) con el brazo ligeramente estirado.
2. Mantén la cabeza sin movimiento y mueve sólo los ojos.
3. Sigue con tus ojos tu dedo pulgar mientras dibujas un ocho acostado ( $^{\circ}$ ); empieza hacia arriba a la derecha.
4. El centro del ocho ( $^{\circ}$ ) debe quedar frente a tu rostro.
5. Repite el ejercicio tres veces.
6. Ahora haz el ocho hacia el lado izquierdo y repítelo tres veces.
7. Cambia de brazo y repite el ejercicio exactamente igual.
8. Usa: "Música para Aprender Mejor"  
(Selección: Música para Revitalizar el Cerebro)

En Bali los ojos se mueven horizontalmente al compás del gong; tú puedes hacer lo mismo; el simple hecho de moverlos de izquierda a derecha provocará un efecto positivo.

### BENEFICIOS

- Mejora la coordinación mano/ojo.
- Logra una máxima activación muscular.
- Fortalece los músculos externos de los ojos.
- Asiste al desarrollo de redes neuronales y a la mielinización del área frontal del ojo.
- Provoca que el ojo tenga un fino rastreo motor de las imágenes.
- Dispone los patrones para una alineación de la coordinación ojo/mano.
- Si acaso llegan a doler los ojos es como si hubieras hecho muchas sentadillas con ellos y los músculos que los sostienen estuvieran un poco débiles aún.
- Maneja el estrés después de haber realizado una tarea o estudio pesado.



## Apéndice 7. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPÓTESIS	DISEÑO	UNIDAD DE ANÁLISIS	INSTRUMENTOS
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, para la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>PE<sub>1</sub>:</b> ¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la identificación de variables</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?</p> <p><b>PE<sub>2</sub>:</b> ¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la definición de variables</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?</p> <p><b>PE<sub>3</sub>:</b> ¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, para la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>OE<sub>1</sub>:</b> Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la identificación de variables</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>OE<sub>2</sub>:</b> Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la definición de variables</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>OE<sub>3</sub>:</b> Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de</p>	<p>Variable Independiente (X): Aplicación de programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación</p> <p>Variable Dependiente (Y): Construcción de modelos de programación lineal</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente en la construcción de modelos de programación lineal en las asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>DERIVADAS</b></p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente <i>en la identificación de variables</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>H<sub>2</sub>:</b> La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente <i>en la definición de variables</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>H<sub>3</sub>:</b> La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en</p>	<p>Diseño de investigación: <b>Cuasi Experimental</b> GE: O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub> O<sub>3</sub> GC: O<sub>1</sub> - O<sub>2</sub> O<sub>3</sub></p> <p>Donde: GE: Grupo que recibirá el estímulo experimental X (B-OI y A-IO). GC: Grupo que no recibirá el estímulo experimental X (A-OI y C-OI). O<sub>1</sub>: Primera observación de la variable Y en GE y GC. O<sub>2</sub>: Segunda observación de la variable Y en GE y GC. O<sub>3</sub>: Tercera observación de la variable Y en GE y GC. X: Estímulo experimental</p>	<p>Cada estudiante de las asignaturas de Investigación de Operaciones del semestre académico 2020-1 EAPIS UNC</p>	<p>Pruebas de conocimiento: Pre Test, Post Test 1 y Post Test 2</p> <p>Rúbrica de evaluación</p> <p>Ficha de evaluación</p> <p>Cuestionario</p>

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPÓTESIS	DISEÑO	UNIDAD DE ANÁLISIS	INSTRUMENTOS
<p>basadas en neuroeducación, <i>en la definición de la función objetivo</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?</p> <p><b>PE<sub>4</sub>:</b> ¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la identificación y definición de restricciones</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?</p> <p><b>PE<sub>5</sub>:</b> ¿Cómo influye la aplicación de un Programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la obtención del modelo de programación lineal</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020?</p>	<p>estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la definición de la función objetivo</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>OE<sub>4</sub>:</b> Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la identificación y definición de restricciones</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>OE<sub>5</sub>:</b> Establecer la influencia de la Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación, <i>en la obtención del modelo de programación lineal</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p>		<p>neuroeducación influye significativamente <i>en la definición de la función objetivo</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>H<sub>4</sub>:</b> La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente <i>en la identificación y definición de restricciones</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p> <p><b>H<sub>5</sub>:</b> La Aplicación de un programa de estrategias didácticas basadas en neuroeducación influye significativamente <i>en la obtención de modelos de programación lineal</i> para la construcción de modelos de programación lineal en asignaturas de Investigación de Operaciones, Universidad Nacional de Cajamarca, 2020.</p>			