



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS LINEALES EN ESTUDIANTES DEL TERCER SEMESTRE, FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.**

**SAYURI MONSERRATH BONILLA NOVILLO**

Trabajo de Titulación modalidad: Proyecto de investigación y desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGISTER EN MATEMÁTICA MENCIÓN MODELACIÓN Y  
DOCENCIA**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**Noviembre 2021**

**©2021, Sayuri Monserrath Bonilla Novillo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### CERTIFICACIÓN:

#### EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad **Proyecto de investigación y desarrollo**, titulado: **UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS LINEALES EN ESTUDIANTES DEL TERCER SEMESTRE, FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad de la Srta. Sayuri Monserrath Bonilla Novillo, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Dra. Lourdes del Carmen Zúñiga Lema Mag.  
**PRESIDENTE**



Firmado electrónicamente por:  
**LOURDES DEL  
CARMEN ZUNIGA  
LEMA**

Lic. Luis Fernando Pérez Chávez Mag.  
**DIRECTOR**



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS FERNANDO  
PEREZ CHAVEZ**

Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres Mag.  
**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
**WILSON JAVIER  
VILLAGRAN  
CACERES**

Dra. Olga Beatriz Barrera Cárdenas Mag.  
**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
**OLGA BEATRIZ  
BARRERA  
CARDENAS**

Riobamba, noviembre 2021

## DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Sayuri Monserrath Bonilla Novillo, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación y Desarrollo, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Firmado electrónicamente por:  
SAYURI  
MONSERRATH  
BONILLA NOVILLO

---

Sayuri Monserrath Bonilla Novillo

060358314-7

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Sayuri Monserrath Bonilla Novillo, declaro que el presente **Trabajo de Titulación** modalidad **Proyecto de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.



Firmado electrónicamente por:  
**SAYURI  
MONSERRATH  
BONILLA NOVILLO**

---

Sayuri Monserrath Bonilla Novillo

060358314-7

## **DEDICATORIA**

A Dios por su amor infinito y por bendecirme día a día.

A mis padres Patricio y Nora, por ser mí ejemplo a seguir, el pilar fundamental en mi vida, los precursores para cumplir mis sueños y metas.

A mi mamá Silvita, por su cariño y ternura incondicional.

*Sayuri Monserrath*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la sabiduría para culminar este sueño.

Al Lcdo. Luis Pérez, por compartir sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Javier Villagrán y a la Dra. Olga Barrera, quienes aportaron con sus ideas para encaminar correctamente esta investigación.

A la facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a los docentes y alumnos de la asignatura de Análisis Matemático III, por permitirme desarrollar el trabajo de tesis, por el tiempo y facilidades brindadas.

*Sayuri Monserrath*

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.1. Situación problemática.....	3
1.1.2. Formulación del problema .....	4
1.1.3. Preguntas directrices .....	5
1.1.4. Justificación.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos .....	6
1.3. Hipótesis .....	7
1.3.1. Hipótesis general .....	7
CAPÍTULO II .....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Fundamentación epistemológica, pedagógica y sociológica de la investigación ...	10
2.2.1. Fundamentación epistemológica.....	10
2.2.2. Fundamentación pedagógica.....	11
2.2.3. Fundamentación sociológica .....	12
2.3. Bases teóricas .....	12
2.3.1. <i>Aprendizaje</i> .....	12
2.3.1.1. <i>Teorías del aprendizaje</i> .....	13
2.3.1.2. <i>Teoría constructivista</i> .....	18
2.3.1.3. <i>Teoría constructivista y las matemáticas</i> .....	23
2.3.2. <i>Estrategias didácticas</i> .....	24
2.3.2.1. <i>Características de las estrategias didácticas</i> .....	24
2.3.2.2. <i>Tipos de estrategias didácticas para matemáticas</i> .....	24
2.3.2.3. <i>La tecnología y el aprendizaje de las matemáticas</i> .....	26
2.3.2.4. <i>Motivación en el aprendizaje</i> .....	27
2.3.3. <i>Ecuaciones diferenciales</i> .....	29
2.3.3.1. <i>Orden y grado de una ecuación diferencial</i> .....	29



2.3.3.2.	<i>Clasificación de las ecuaciones diferenciales</i> .....	29
2.3.3.3.	<i>Solución de una ecuación diferencial</i> .....	30
<b>2.3.4.</b>	<b><i>Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales</i></b> .....	<b>30</b>
2.3.4.1.	<i>Métodos para resolver EDO lineales de primer orden</i> .....	31
2.3.4.2.	<i>Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden</i> .....	31
2.3.4.3.	<i>Métodos para resolver EDO lineales homogéneas de segundo orden</i> .....	32
2.3.4.4.	<i>Métodos para resolver EDO lineales no homogéneas de segundo orden</i> .....	33
<b>2.3.5.</b>	<b><i>Software libre</i></b> .....	<b>35</b>
2.3.5.1.	<i>Características de un software libre</i> .....	35
2.3.5.2.	<i>Libertades que ofrece un software libre</i> .....	35
2.3.5.3.	<i>Software libre en la educación</i> .....	36
2.3.5.4.	<i>Beneficios de un software libre en la educación</i> .....	36
2.3.5.5.	<i>Consideraciones para elegir un software libre en la educación</i> .....	37
2.3.5.6.	<i>Softwares libres utilizados en matemáticas</i> .....	38
<b>2.3.6.</b>	<b><i>GeoGebra</i></b> .....	<b>38</b>
2.3.6.1.	<i>Historia</i> .....	38
2.3.6.2.	<i>Definición, características y ventajas</i> .....	40
2.3.6.3.	<i>Interfaz de GeoGebra</i> .....	42
2.3.6.4.	<i>Pantalla principal de GeoGebra</i> .....	43
2.3.6.5.	<i>Vista CAS</i> .....	45
<b>2.4.</b>	<b>Marco Conceptual</b> .....	<b>48</b>
<b>2.6.</b>	<b>Variables de estudio</b> .....	<b>49</b>
2.6.1.	<i>Identificación de variables</i> .....	49
2.6.2.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	50
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>54</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>54</b>
<b>3.1.</b>	<b>Diseño de la investigación</b> .....	<b>54</b>
3.1.1.	<i>Alcance y tipo de investigación</i> .....	54
3.1.2.	<i>Métodos de la investigación</i> .....	54
3.1.3.	<i>Enfoque de la investigación</i> .....	55
<b>3.2.</b>	<b>Población y muestra de estudio</b> .....	<b>55</b>
3.2.1.	<i>Población</i> .....	55
3.2.2.	<i>Muestra</i> .....	55
<b>3.3.</b>	<b>Técnica e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>56</b>
3.3.1.	<i>Técnica de recolección de datos</i> .....	56
3.3.2.	<i>Instrumentos de recolección de datos</i> .....	57

3.3.3.	<i>Validez y confiabilidad de los instrumentos</i> .....	58
3.3.3.1.	<i>Validez de la encuesta</i> .....	59
3.3.3.2.	<i>Confiabilidad</i> .....	60
3.3.3.3.	<i>Validez de la prueba objetiva</i> .....	63
3.3.3.4.	<i>Confiabilidad</i> .....	64
3.3.4.	<i>Tratamiento estadístico de los datos</i> .....	67
3.3.4.1.	<i>Tratamiento de los datos con la estadística descriptiva</i> .....	67
3.3.4.2.	<i>Tratamiento de los datos con la estadística inferencial</i> .....	67
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>71</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>71</b>
4.1.	<b>Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicada en la etapa de diagnóstico de la situación actual</b> .....	<b>71</b>
4.1.1.	<i>Resultados de los datos generales del encuestado</i> .....	<i>71</i>
4.1.2.	<i>Resultados de las preguntas específicas.</i> .....	<i>73</i>
4.2.	<b>Síntesis de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada</b> .....	<b>103</b>
4.2.1.	<i>Sobre las dificultades de los alumnos en el tema de EDO lineales</i> .....	<i>104</i>
4.2.2.	<i>Conocimiento del tema de EDO lineales</i> .....	<i>104</i>
4.2.3.	<i>Disponibilidad de recursos tecnológicos para el aprendizaje de EDO lineales</i> .....	<i>104</i>
4.2.4.	<i>Softwares usados en el aprendizaje de EDO lineales con la metodología tradicional</i> .....	<i>105</i>
4.2.5.	<i>Sobre el software libre y el aprendizaje de EDO lineales.</i> .....	<i>105</i>
4.2.6.	<i>Conclusión sobre los resultados obtenidos en la encuesta aplicada</i> .....	<i>105</i>
4.3.	<b>Comprobación de homogeneidad entre los grupos experimental y de control</b> ... <b>106</b>	
4.4.	<b>Resultados obtenidos de la prueba objetiva aplicada</b> ..... <b>108</b>	
4.4.1.	<i>Estadísticos descriptivos de resultados en los grupos experimental y de control</i> .... <b>110</b>	
4.4.2.	<i>Gráficos de los resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada</i> .....	<i>110</i>
4.4.3.	<i>Frecuencias e histogramas de los resultados de la prueba objetiva aplicada</i> .....	<i>113</i>
4.5.	<b>Contrastación de hipótesis</b> ..... <b>115</b>	
4.6.	<b>Discusión de resultados</b> ..... <b>116</b>	
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>118</b>
<b>5.</b>	<b>PROPUESTA</b> .....	<b>118</b>
5.1.	<b>Introducción</b> .....	<b>118</b>
5.2.	<b>Justificación</b> .....	<b>119</b>
5.3.	<b>Descripción</b> .....	<b>120</b>
5.4.	<b>Objetivos de la propuesta didáctica</b> .....	<b>120</b>
5.5.	<b>Competencias</b> .....	<b>121</b>
5.6.	<b>Resultados de aprendizaje</b> .....	<b>121</b>

<b>5.7.</b>	<b>Recursos.....</b>	<b>121</b>
5.7.1.	<i>Recursos Materiales.....</i>	<i>121</i>
5.7.2.	<i>Recursos humanos.....</i>	<i>122</i>
5.7.3.	<i>Recursos tecnológicos.....</i>	<i>122</i>
<b>5.8.</b>	<b>Capacitación sobre GeoGebra.....</b>	<b>122</b>
5.8.1.	<i>¿Qué es GeoGebra?.....</i>	<i>122</i>
5.8.2.	<i>Funcionamiento.....</i>	<i>122</i>
<b>5.9.</b>	<b>Propuesta Didáctica.....</b>	<b>124</b>
5.9.1.	<i>Fases.....</i>	<i>124</i>
5.9.1.1.	<i>Fase 1(Motivación).....</i>	<i>124</i>
5.9.1.2.	<i>Fase 2(Comprensión).....</i>	<i>124</i>
5.9.1.3.	<i>Fase 3(Adquisición).....</i>	<i>125</i>
5.9.1.4.	<i>Fase 4(Retención).....</i>	<i>130</i>
5.9.1.5.	<i>Fase 5(Recuperación).....</i>	<i>130</i>
5.9.1.6.	<i>Fase 6(Generalización o transferencia).....</i>	<i>130</i>
5.9.1.7.	<i>Fase 7(Desempeño).....</i>	<i>132</i>
5.9.1.8.	<i>Fase 8(Retroalimentación).....</i>	<i>140</i>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>141</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>142</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Características de las teorías del aprendizaje. ....	17
<b>Tabla 2-2:</b> Formas de $yp$ según el método de los coeficientes indeterminados .....	34
<b>Tabla 3-2:</b> Composición de la interfaz de GeoGebra.....	42
<b>Tabla 4-2:</b> Operacionalización de variables .....	51
<b>Tabla 5-2:</b> Matriz de consistencia.....	53
<b>Tabla 1-3:</b> Perfil de expertos .....	59
<b>Tabla 2-3:</b> Valoración general del cuestionario.....	60
<b>Tabla 3-3:</b> Valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach. ....	61
<b>Tabla 4-3:</b> Perfil del grupo piloto .....	61
<b>Tabla 5-3:</b> Análisis del coeficiente alfa de Cronbach mediante SPSS. ....	62
<b>Tabla 6-3:</b> Ficha técnica del cuestionario .....	63
<b>Tabla 7-3:</b> Valoración general de la prueba objetiva. ....	64
<b>Tabla 8-3:</b> Valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente Spearman-Brown. ....	65
<b>Tabla 9-3:</b> Perfil del grupo piloto .....	65
<b>Tabla 10-3:</b> Análisis del coeficiente Spearman-Brown mediante SPSS. ....	66
<b>Tabla 11-3:</b> Ficha técnica de la prueba objetiva .....	66
<b>Tabla 12-3:</b> Aplicaciones según el valor del nivel de significancia $\alpha$ .....	69
<b>Tabla 1-4:</b> Resultados promedios en las preguntas de la encuesta de diagnóstico. ....	106
<b>Tabla 2-4:</b> Prueba F para varianza de dos muestras, realizada en el software Excel.....	107
<b>Tabla 3-4:</b> Calificaciones obtenidas en la prueba objetiva por parte del grupo de control.....	108
<b>Tabla 4-4:</b> Calificaciones obtenidas en la prueba objetiva por el grupo experimental. ....	109
<b>Tabla 5-4:</b> Resumen de estadísticos descriptivos de los grupos de control y experimental. ....	110
<b>Tabla 6-4:</b> Frecuencias de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo de control.....	113
<b>Tabla 7-4:</b> Frecuencias de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo experimental. .	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b> Clasificación de las ecuaciones diferenciales.....	30
<b>Figura 3-2.</b> Pantalla principal GeoGebra. ....	43
<b>Figura 4-2.</b> Barra de menú en GeoGebra.....	44
<b>Figura 5-2.</b> Barra de Herramientas GeoGebra. ....	44
<b>Figura 6-2.</b> Ícono Vista CAS.....	45
<b>Figura 7-2.</b> Interfaz Vista CAS. ....	45
<b>Figura 8-2.</b> Barra de Herramientas CAS. ....	47
<b>Figura 1-4.</b> Identificación de las zonas de aceptación y rechazo de la hipótesis nula. ....	116
<b>Figura 1-5.</b> Soluciones gráfica y analítica de una EDO lineal realizada en GeoGebra. ....	134
<b>Figura 3-5.</b> Soluciones gráfica y analítica de un modelo matemático en GeoGebra.....	137
<b>Figura 4-5.</b> Soluciones gráfica y analítica de una familia de curvas ortogonales en GeoGebra..	138
<b>Figura 5-5.</b> Soluciones gráfica y analítica de campos direccionales realizado en GeoGebra...	139

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4.</b> Sexo de los encuestados.....	71
<b>Gráfico 2-4.</b> Edad de los encuestados.....	72
<b>Gráfico 3-4.</b> Aprendizaje de EDO Lineales.....	73
<b>Gráfico 4-4.</b> Dificultades en el aprendizaje de EDO Lineales.....	74
<b>Gráfico 5-4.</b> Dificultades al resolver EDO Lineales.....	75
<b>Gráfico 6-4.</b> Causas de las dificultades en el aprendizaje de EDO Lineales.....	76
<b>Gráfico 7-4.</b> Frecuencia con que los conceptos presentados son claros y concretos.....	77
<b>Gráfico 8-4.</b> Frecuencia de revisión de conceptos y métodos de resolución.....	78
<b>Gráfico 9-4.</b> Nivel de aplicación de conocimientos para resolver e interpretar resultados.....	79
<b>Gráfico 10-4.</b> Nivel de comprensión del tema.....	80
<b>Gráfico 11-4.</b> Capacidad para resolver e interpretar resultados.....	81
<b>Gráfico 12-4.</b> Aplicación de EDO Lineales como modelos matemáticos.....	82
<b>Gráfico 13-4.</b> Motivación por el aprendizaje de EDO Lineales.....	83
<b>Gráfico 14-4.</b> Satisfacción con la metodología utilizada actualmente.....	84
<b>Gráfico 15-4.</b> Frecuencia de uso de recursos y herramientas didácticas digitales por el docente.....	85
<b>Gráfico 16-4.</b> Frecuencia de utilización de software educativo en el aprendizaje.....	86
<b>Gráfico 17-4.</b> Facilidad de manejo del software utilizado actualmente.....	87
<b>Gráfico 18-4.</b> Softwares educativos utilizados en EDO Lineales.....	88
<b>Gráfico 19-4.</b> Nivel de conocimiento sobre características del software utilizado.....	89
<b>Gráfico 20-4.</b> Nivel de manejo y utilización del software utilizado actualmente.....	90
<b>Gráfico 21-4.</b> Consideración de que el uso de un software mejora el aprendizaje.....	91
<b>Gráfico 22-4.</b> Conocimiento de ventajas y desventajas de usar un software en el aprendizaje.....	92
<b>Gráfico 23-4.</b> Importancia del uso de un software como estrategia didáctica en el aprendizaje.....	93
<b>Gráfico 24-4.</b> Aceptación de que un software permite una mayor interacción y motivación en el aprendizaje.....	94
<b>Gráfico 25-4.</b> Deseo de mejorar el aprendizaje utilizando un software libre.....	95
<b>Gráfico 26-4.</b> Frecuencia con que se utilizaría un software en el aprendizaje de EDO Lineales.....	96
<b>Gráfico 27-4.</b> Características valoradas para utilizar un software educativo.....	97
<b>Gráfico 28-4.</b> Importancia al costo de un software educativo.....	98
<b>Gráfico 29-4.</b> Importancia a la facilidad de uso de un software educativo.....	99
<b>Gráfico 30-4.</b> Importancia a la facilidad de instalación de un software educativo.....	100
<b>Gráfico 31-4.</b> Importancia a la organización del entorno software educativo.....	101
<b>Gráfico 32-4.</b> Importancia a la interactividad de un software educativo.....	102
<b>Gráfico 33-4.</b> Recursos tecnológicos que dispone el estudiante.....	103

<b>Gráfico 34-4.</b> Calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control .....	111
<b>Gráfico 35-4.</b> Calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental .....	111
<b>Gráfico 36-4.</b> Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control.....	112
<b>Gráfico 37-4.</b> Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental .....	112
<b>Gráfico 38-4.</b> Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control .....	113
<b>Gráfico 39-4.</b> Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental .....	114

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A.** Formato validación de encuestas para trabajo de investigación.

**ANEXO B.** Validación de las preguntas de la encuesta por cada experto.

**ANEXO C.** Encuesta aplicada a los estudiantes.

**ANEXO D.** Manual de instalación y manejo de GeoGebra.

**ANEXO E.** Formato Validación de la prueba objetivo

**ANEXO F.** Formato Validación de la prueba objetivo por experto

**ANEXO G.** Prueba objetiva



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue utilizar un software libre como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, el alcance investigativo fue del tipo correlacional con un enfoque cuantitativo, aplicando los métodos: experimental, descriptivo y explicativo. Se calculó una muestra de 140 estudiantes del tercer semestre de la facultad de Mecánica de la ESPOCH, la misma que fue dividida en dos grupos: experimental y de control, la homogeneidad de los grupos se comprobó con la prueba F-test. Con el fin de analizar el aprendizaje y la disponibilidad de recursos tecnológicos se utilizó como técnica de recolección de datos la encuesta y el cuestionario como instrumento, cuyos resultados permitieron estructurar una propuesta didáctica basada en la teoría constructivista del aprendizaje, la cual permite que el proceso enseñanza aprendizaje se centre en el estudiante quien es el constructor de sus propio conocimiento, además se utilizó como estrategia didáctica el software GeoGebra, el cual motivó al estudiante a su utilización. La propuesta se implementó en el grupo experimental, observándose una consolidación de los conocimientos sobre Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) lineales de forma crítica y auto valorativa para solucionar problemas e interpretar los resultados, mientras que en el grupo de control se enseñó el tema de forma tradicional. Se evaluó las calificaciones de la prueba objetivo en cada grupo, alcanzando una media de 1,87/2 en el experimental y una media de 1,47/2 en el de control, que comparados con una prueba z normal (paramétrica de comprobación de hipótesis), se obtuvo un valor de 5,574 (calculada)  $>1,96$  (crítico) observándose una diferencia significativa en el rendimiento académico. Se concluye que la utilización de GeoGebra incrementa el nivel de aprendizaje de EDO lineales, además que la interacción con el software permitió a los estudiantes comprobar los resultados de forma analítica y gráfica, y a su vez interpretarlos.

**Palabras clave:** <APRENDIZAJE>, <ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS LINEALES>, <ESTRATEGIA DIDÁCTICA>, <TEORÍA CONSTRUCTIVISTA>, <GEOGEBRA (SOFTWARE)>

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de  
reconocimiento (DN): c=EC,  
l=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974  
, cn=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.10.18 08:41:47  
'05'00'



0104-DBRAI-UPT-IPEC-2021

## ABSTRACT

The objective of this research was to use free software as a didactic strategy in the Learning of linear ordinary differential equations, the investigative scope was correlational with a quantitative approach applying experimental, descriptive, and explanatory methods. A sample of 140 students from the third semester of the Faculty of Mechanics participated from the ESPOCH, the ones that were divided into two groups: experimental and control, homogeneity of the groups was verified with the F-test. Therefore To analyze the learning and availability of technological resources, a survey was used as a data collection technique and a questionnaire as an instrument. The results allowed structuring a didactic proposal based on the constructivist theory of learning, which allows the teaching process and learning to focus on the student who is the builder of their knowledge. In addition the GeoGebra software was used as a didactic strategy, which motivated the students to start using it. The proposal was implemented on the experimental group, observing a consolidation of the knowledge on linear Ordinary Differential Equations (ODEs) critically and self-assessment to solve problems and interpret the results. While in the control group the subject was taught traditionally. The scores of the objective test were evaluated for each group reaching a mean of 1.87/2 in the experimental group and a mean of 1.47/2 in the control group that compared to a normal z-test (parametric hypothesis testing), a value of 5.574 (calculated) > 1.96 (critical) with a significant difference on the academic performance. It is concluded that the use of GeoGebra increases the level of learning with linear ODEs, in addition, the interaction with this software allowed the students to check the results analytically and graphically, and in turn to be able to interpret them.

**Keywords:** <LEARNING>, < LINEAR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS>, <DIDACTIC STRATEGY>, <CONSTRUCTIVIST THEORY>, <GEOGEBRA (SOFTWARE)>

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas la educación virtual era mirada con escepticismo, pero en la actualidad esta modalidad permite seguir brindando el servicio educativo en esta coyuntura debido a la pandemia del COVID (Sánchez, 2020, p.46).

La llegada de la pandemia dio un giro abismal en el mundo, en el área de educación los docentes se han visto obligados a adaptarse a nuevas formas de impartir clases, si se considera además que el enseñar matemáticas de modo presencial ya era un reto, hoy lo es aún más. Esta pandemia rompió el concepto del aula de clases como espacio físico y dio paso a la educación virtual, conduciendo a que los docentes desarrollen y adquieran competencias digitales y dependan imprescindiblemente de la tecnología (Díaz, 2020).

Los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de matemáticas han tenido que ser reevaluados y modificados, pues para lograr los aprendizajes esperados, es determinante la capacidad del docente para guiar y motivar al estudiante, ya que más que entregar contenidos debe ser un mediador y facilitador del aprendizaje, promoviendo procesos de construcción de conocimientos y orientando sobre las herramientas a utilizar. Además, debe incentivar la autonomía como un elemento crítico, haciendo que el estudiante sea el constructor de su propio conocimiento, dando, así como consecuencia el autoaprendizaje. Pero, para esto resulta fundamental que el docente cree un ambiente adecuado, en el que se deje de lado el enfoque convencional y se centre más en el estudiante, en las actividades, habilidades, actitudes y en los ambientes digitales, es decir en la integración de los contenidos mediante actividades que permitan aprender matemáticas a través de la práctica, con juegos o actividades lúdicas que desarrollen habilidades de resolver problemas (Zárate, 2020).

Es importante también aplicar una retroalimentación efectiva, para ello se debe aplicar clases y evaluaciones que contemplen la entrega de contenidos o resultados en documentos digitales, elementos fundamentales para que el estudiante comprenda los contenidos analizados, además de ello articular las clases con actividades y evaluaciones mediante softwares matemáticos, lo que permite al estudiante mayor comprensión de los temas tratados (Castro et al., 2020).

Esta investigación realizada en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, parte de la necesidad de mejorar el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático III mediante la utilización de software libre como una estrategia didáctica.

En el CAPÍTULO I, se aborda la situación problemática, la formulación del problema, las preguntas directrices de la investigación, la justificación y los objetivos.

En el CAPÍTULO II, se detalla el marco teórico, en base a otras investigaciones sobre la temática y los conocimientos generales del tema, considerando las dos variables de la investigación, además, está la hipótesis, la identificación y operacionalización de variables.

En el CAPÍTULO III, se presenta la metodología aplicada en la investigación: tipo y enfoque de la investigación, métodos y limitaciones de la investigación, población y muestra, así como también las técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

En el CAPÍTULO IV, se presentan los resultados y su discusión: el análisis estadístico de los datos obtenidos en la investigación y la comprobación de la hipótesis planteada.

En el CAPÍTULO V, se detalla la propuesta didáctica mediante la utilización de Software Libre para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos, además que se describe la bibliografía utilizada y los anexos que corroboran las actividades realizadas para la investigación.

## **1.1. Planteamiento del problema**

### ***1.1.1. Situación problemática***

A nivel mundial, el proceso de enseñanza y aprendizaje se ha convertido en una tarea compleja y fundamental, demandando en los docentes una mayor preparación para enfrentar y superar los obstáculos. Por tal razón, dicho proceso está renovando su enfoque, en el cual se busca que los estudiantes alcancen un juicio científico, una cultura integral y un pensamiento crítico que los conduzca a cuantificar, estimar, extraer regularidades, procesar informaciones, buscar causas y vías de solución incluso de los más simples hechos de la vida cotidiana, preparándolos así para su vida profesional con una actitud comprometida ante los problemas científicos y tecnológicos a nivel local, nacional, regional y mundial (Mendoza et al., 2019).

Para lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje exitoso se deben considerar múltiples factores, como, la formación de los profesores, su seguridad sobre la disciplina, la didáctica utilizada, la autonomía de trabajo, el nivel cultural y el clima escolar, por mencionar algunos, lo cual hace complicado explicar en términos sencillos la interrelación que existe entre ellos. Por tal razón, se observa que en los distintos intentos de adaptar una metodología de enseñanza de las matemáticas no han tenido los mismos resultados exitosos que lo obtenido en el país de origen (Cerde et al., 2017)

En la actualidad, la educación cuenta con una serie de recursos, herramientas y medios que ayudan en los diferentes procesos de enseñanza aprendizaje, sin embargo, desde la observación de ña investigadora, existen docentes que no los incorporan en sus procesos, ya sea por el desconocimiento o porque muchas de las herramientas implican un alto valor monetario para su uso.

En Ecuador se evidencia un bajo rendimiento por parte de los estudiantes en las asignaturas del área de matemática, ya que en su proceso de aprendizaje no se utilizan los recursos didácticos y herramientas metodológicas suficientes que posibiliten una mejor asimilación de conocimientos (López, 2019, p.1). Muchos docentes utilizan prácticas pedagógicas tradicionales, de forma teórica y expositiva, excluyendo instrumentos acordes con los avances de la ciencia y tecnología, como son los softwares de aplicación matemática (Wampash, 2018, p.1).

De acuerdo con García, et al, (2020) los docentes han sido considerados como distribuidores de conocimientos. Su principal rol, fue el de transferir la cultura a las nuevas generaciones. Actualmente, la situación de la pandemia ha obligado a que la educación sea virtual, lo que ha

hecho que el rol del docente sea guiar a los estudiantes a través del conocimiento disponible y ayudarlos a construir su propio saber (p.26).

El estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias tradicionalmente se basa en actividades del tipo algorítmico algebraicas con cierto tratamiento numérico e interpretaciones geométricas, lo que no permite una adecuada articulación entre lo analítico, lo numérico y lo geométrico, dando como consecuencia que los estudiantes no puedan identificar el tipo de ecuaciones, de donde se obtienen, qué significan, y cómo se aplican a la modelación de diferentes fenómenos de la ciencia (Muñoz et al., 2017, p.13).

Al hablar de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, se evidencia que los estudiantes presentan complejidad en su resolución, convirtiéndose para el docente un reto el llegar a contextualizar los problemas y desarrollar en los estudiantes la capacidad para resolverlos de una forma viable. Esta situación conduce a la idea de utilizar recursos tecnológicos (softwares de aplicación matemática), que mejoren la práctica docente y a la vez, contribuyan en los estudiantes a desarrollar sus capacidades y superar las dificultades para resolver dichas ecuaciones, interpretar y argumentar sus resultados; además el poder interactuar con los recursos TIC's, y ser protagonistas de su propio aprendizaje.

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, institución en donde se realiza la investigación, específicamente con los estudiantes de Tercer Semestre de la asignatura Análisis Matemático III de la Facultad de Mecánica, al tratar las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales es notorio que los estudiantes presentan dificultad en la comprensión y análisis de los posibles resultados, así como también en su resolución.

Con la utilización de un Software Libre como una estrategia didáctica para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales se pretende que el estudiante comprenda y asimile de mejor manera los conocimientos, reflejándose como un resultado positivo en su aprendizaje y rendimiento académico.

### ***1.1.2. Formulación del problema***

¿Qué incidencia tiene la utilización de Software Libre como estrategia didáctica en el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del tercer semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo?

### ***1.1.3. Preguntas directrices***

¿Qué fundamentos teóricos son necesarios para resolver Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales?

¿Cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes para resolver EDO Lineales y que pueden ser resueltas mediante la utilización de un software libre?

¿Se puede utilizar un software matemático como una propuesta didáctica para resolver EDO lineales?

¿La utilización de softwares matemáticos mejorará el aprendizaje de EDO lineales?

### ***1.1.4. Justificación***

En la actualidad el rol de la educación es crear y desarrollar conocimiento a partir de la adquisición de aprendizajes específicos y relevantes por parte de los estudiantes. Se debe considerar que la educación se convierte en promotora del desarrollo únicamente cuando es capaz de conducir a las personas más allá de sus niveles ya alcanzados, y cuando propicia la realización de aprendizajes que superen las metas logradas. Para alcanzar esto, el docente debe emplear estrategias didácticas adecuadas, en el campo de las matemáticas estrategias que impliquen la construcción de su propio conocimiento, el enfrentamiento sistemático a la resolución de problemas tomados del entorno, mejoren el aprendizaje, estimulen la creatividad y generen motivación en los estudiantes (Rinaldi, 2021).

La presente investigación propone estructurar una estrategia didáctica para que mediante la utilización de un software libre se resuelvan ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, lo que permite al estudiante desarrollar su capacidad de resolución y de comprensión de problemas, al observar sus distintas posibles soluciones y comportamiento, lo que conlleva a que el estudiante se sienta motivado en su autoaprendizaje. Además, esta investigación evidenciará las dificultades que presentan los estudiantes durante su aprendizaje y que no permiten el desarrollo de habilidades y destrezas para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

La metodología dominante en la enseñanza de ecuaciones diferenciales está orientada hacia la solución analítica, los recursos computacionales disponibles actualmente permiten ir más allá de la aplicación de técnicas y centrarse más en la interpretación de las ecuaciones diferenciales y sus soluciones en relación con los fenómenos que se pretende representar. La utilización de softwares

permite tener un abordaje cualitativo-gráfico y analítico, lo que contribuye a mejorar el aprendizaje relacionado con la resolución de problemas y a la interpretación de sus resultados.

La integración de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje juega un papel muy importante, ya que crea ambientes innovadores de aprendizaje permitiendo el desarrollo de modelos, metodologías y estrategias didácticas, de prototipos y materiales didácticos y la formación de comunidades académicas, además que tiene como ventajas: contenidos más dinámicos, mayor flexibilidad de adaptación, interactividad o facilidad en la actualización de contenidos, entre otras. En el caso particular de la enseñanza de las matemáticas, el uso del ordenador favorece la adquisición de conceptos, la experimentación numérica, la visualización y el dinamismo permitiendo el tratamiento de la diversidad y el trabajo en grupo, además de ser un elemento motivador que facilita la visualización de campos direccionales, curvas de solución y las expresiones algebraicas obtenidas de la resolución analítica (Moreira, 2019, p.2).

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo general***

Utilizar un Software Libre como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### ***1.2.2. Objetivos específicos***

- Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.
- Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
- Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
- Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.



- Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).

### **1.3. Hipótesis**

#### ***1.3.1. Hipótesis general***

La utilización de software libre como estrategia didáctica incrementa el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

El enfoque de aprendizaje en el área de las matemáticas ha cambiado, de ser centrado en contenidos a ser centrado en el desarrollo de competencias, lo que ha hecho que el rol del docente también cambie, de ser únicamente un proveedor de conocimientos se convierte en un guía con el alumnado. En la enseñanza tradicional los conocimientos tienen un carácter secuencial, con temas aislados, que no tienen relación con otros, donde el docente es el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y el estudiante es un receptor, lo que conduce a que el aprendizaje sea más memorístico, procedimental e instrumental (Collí et al., 2020, p.19).

Bravo et al., (2017) al respecto indican que existen docentes con un bajo nivel de preparación disciplinar y pedagógica, lo que afecta en la aplicación de métodos, técnicas y recursos didácticos adecuados, además que los planes curriculares son muy rígidos, por lo que el docente se enfoca solo en terminar con los temas planteados. Por otra parte, Márquez (2018) manifiesta que el uso de métodos como la clase magistral y expositiva limita el análisis y procesamiento de la información, ya que el enfoque se centra en el profesor lo cual dificulta el desarrollo de la creatividad, iniciativa y capacidad de comunicación (p.260).

La pandemia del COVID a obligado que cambie el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en las matemáticas se promueve un enfoque constructivista y experiencial, el cual es considerado como un proceso reflexivo, derivado y continuamente modificado en donde el conocimiento es adquirido por la experimentación y la práctica, es decir a través de dinámicas, simulaciones o ejercicios que desarrolle competencias en el estudiante (Kolb y Kolb, 2017, p.35).

Ruiz (2020) manifiesta que en el enfoque constructivista lo principal es el estudiante y su aprendizaje, obteniéndose así mejoría en la estructura cognitiva del estudiante y en sus actitudes de liderazgo, compromiso, autoestima y percepciones a través de una reflexión constante de los conocimientos adquiridos (p.112). Es por ello que Barrón (2020) aduce que en los métodos de enseñanza se compartan experiencias, interacciones y el diálogo a través de herramientas y recursos tecnológicos (softwares, actividades, foros, videollamadas, entre muchos otros) que

coadyuven a una formación en competencias y habilidades, así como también para la implicación emocional y cognitiva del estudiante y por ende un aprendizaje significativo y vivencial (p.53).

Muñoz et al., (2017) concluye en su investigación que la utilización de softwares como DERIVE, GeoGebra y Wolfram Alpha, entre otros, convierten las clases en más dinámicas, permiten que el estudiante compare sus resultados al momento de derivar, integrar, o resolver una ecuación de diferencial de primer o segundo orden, lo que conduce a que ahorre y gane tiempo valioso, al momento de desarrollar o resolver un problema de aplicación. Además que evidenció que al trabajar con aplicaciones matemáticas conjugadas con la tecnología, el estudiante encuentra sentido al estudio y ve la vinculación de la ciencia con la ingeniería y su formación profesional, y ello se comprueba con los resultados obtenidos, pues, su grupo de 14 estudiantes mejoraron considerablemente sus rendimientos académicos, y a nivel de curso el promedio en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales se incrementó en un 15,63% en relación al del semestre anterior en la asignatura de Cálculo Integral, lo que denota un impacto en los estudiantes al convertirse en un miembro activo del proceso de enseñanza y aprendizaje debido a la utilización de software educativo tanto dentro como fuera del aula, lo que también produce de forma inmediata una motivación intrínseca que altera de manera positiva los procesos mentales del estudiante (p.18).

De la misma manera Contreras y Espinoza (2017) manifiestan que utilizar un software permite ver al docente como mediador del aprendizaje y al estudiante como sujeto que construye su propio conocimiento; desde los planteamientos educativos que analizan la relación entre información y conocimiento, además que la interacción con un software académico genera un proceso innovador, porque puede determinar si el procedimiento analítico o gráfico es correcto, investigativo, por el planteamiento de hipótesis en función de las variables, permitiendo resolver problemas en diferentes contextos, igualmente de interés personal, la asignatura y el programa académico (pp.29-31).

Hernández, (2016), realizó una propuesta del uso del GeoGebra como un recurso didáctico para favorecer la resolución de problemas de aplicación de ecuaciones diferenciales de primer orden (problemas de mezclas), en la cual pudo concluir que los estudiantes tienen dificultades en temas considerados como prerrequisitos de la asignatura, dificultad en el traspaso de registros (gráfico, algebraico y lengua natural). Pero, al implementar el GeoGebra como recurso didáctico, la mejora en el rendimiento académico fue notoria en un 83% de los estudiantes. El problema de traspaso de registros se solucionó en un 76% de los estudiantes, gracias a las cualidades de exploración, descubrimiento y modelación que proporciona el entorno de GeoGebra. Es por ello que

recomienda el uso de softwares como herramientas en la resolución de ecuaciones diferenciales, ya que involucran simultáneamente distintos registros de representación, permiten la interacción profesor-estudiante-material didáctico, proporcionando condiciones favorables para el aprendizaje significativo, ya que el tiempo antes dedicado a los cálculos asociados al problema, se pudo utilizar para centrarse en el proceso de análisis e interpretación de las ecuaciones diferenciales y sus soluciones en relación a los fenómenos que se pretenden modelar (pp.14-15).

Por su parte, Ascheri et al., manifiestan que la utilización de software en la enseñanza de las matemáticas presenta varias ventajas, entre ellas: incremento de la motivación, desarrollo de destrezas y habilidades analíticas, ofrecen un buen soporte al docente, entre otras. Como resultados obtuvieron que el 83% de los estudiantes se sintieron muy motivados al trabajar con software, el 77% mejoró su rendimiento, además que se consideraron antes más activos, creativos, participativos y autónomos (pp.958-959).

Finalmente, Ruiz y del Rivero (2019), concluyen que trabajar en el aula con materiales distintos a los tradicionales, motiva el interés de los alumnos y estimula la actividad intelectual, dado que el proceso por el cual las personas construyen representaciones mentales es beneficiado si se le presentan imágenes que puedan interpretar, manipular, experimentar y extraer conclusiones de las mismas. Además, la incorporación de tecnología en el aula favorece la participación activa de los estudiantes, la reflexión crítica, el trabajo grupal, la interacción con los docentes, en definitiva, redundando en el proceso de enseñanza y aprendizaje (pp.19-20).

## **2.2. Fundamentación epistemológica, pedagógica y sociológica de la investigación**

### ***2.2.1. Fundamentación epistemológica***

La epistemología de la matemática caracteriza la forma en que se produce y desarrolla el conocimiento; estudia la naturaleza, el origen y la validez del conocimiento sus principios, fundamentos, extensión y métodos, para explicar una ciencia resulta necesario tener conocimientos de epistemología o mínimo de los aspectos fundamentales que la caracterizan, es decir que la epistemología se interesa del conocimiento científico, específicamente sobre su origen, los criterios de validez, la capacidad de predecir los sucesos, la consistencia lógica, entre otros (Morales et. al., 2018, p.50).

La epistemología de la matemática se caracteriza así:

- La apropiación del concepto implica su representación en diferentes registros semióticos.
- Se aprende matemática cuando se realizan las actividades a través de las cuales se desarrolla la misma.
- Interrelación: actividad procesal entre sujetos – apropiación del concepto individual.
- Carácter individual y sistémico del objeto matemático.
- Carácter singular-general del modelo matemático (Báez y Blanco, 2020, pp. 110 – 113)

En este contexto la epistemología de la matemática aporta en esta investigación con las teorías del aprendizaje y con las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, pues permite utilizar el constructivismo como teoría base para el diseño de la estrategia didáctica propuesta mediante la utilización de un software libre en el aprendizaje de las EDO lineales. El constructivismo, surgió como una corriente epistemológica, interesada por discernir acerca de la adquisición del conocimiento, enfatiza como convicción que el conocimiento se construye activamente, no se recibe pasivamente del ambiente, el estudiante realiza un acto de conocimiento o aprendizaje, construyendo una serie de representaciones o interpretaciones sobre la realidad circundante. (Morales et. al., 2018, p.53).

Además, que, en esta investigación, la teoría del constructivismo permite que los estudiantes construyan sus nuevos conocimientos matemáticos utilizando un software libre, logrando potencializar su aprendizaje a través del intercambio de saberes y de conocimientos útiles y significativos para el estudiante, así como la generación de ambientes positivos y motivantes adecuados para un proceso educativo de calidad. Conduce también a que los estudiantes comprendan y utilicen la resolución de problemas, ordenando y organizando la información matemática necesaria para lograr resultados fundamentados en el pensamiento reflexivo, la motivación y la participación activa. Dentro del constructivismo, resaltan planteamientos que promueven la activación del conocimiento, el desarrollo del nuevo conocimiento y la evaluación de lo aprendido, para lograr el aprendizaje significativo dentro del aula (Gómez et. al., 2016, pp. 472-475).

### ***2.2.2. Fundamentación pedagógica***

La pedagogía permite la conducción de la formación de los estudiantes, como ciencia se conceptualiza para explicar, sistematizar y transformar la realidad educativa en función de la formación del alumno, a partir de formas escolarizadas y no escolarizadas. Se plantea que la instrucción es transmisión de conocimientos y de información, de acuerdo con el modelo educativo que se desarrolla. (Meroño et. al., 2021, pp.55-60).

En esta investigación resulta necesario analizar el trabajo educativo como un proceso, es decir como el conjunto de actividades y procesos específicos que se desarrollan de manera consciente, considerando las condiciones actuales en que se desarrolla el proceso enseñanza – aprendizaje, las relaciones que se establecen entre el educador y el educando, la participación activa de los estudiantes dentro del proceso y la dirección adecuada para lograr los objetivos, lo cual hace imprescindible la aplicación de la pedagogía ya que ayuda a desarrollar el proceso de aprendizaje de una manera clara, ordenada, utilizando las herramientas adecuadas.

### ***2.2.3. Fundamentación sociológica***

La educación constituye un fenómeno social que se manifiesta en múltiples formas como praxis social y a niveles sociales totalmente distintos, también se considera educación a la influencia orientada y sistemática sobre el desarrollo de la persona, preparada para cumplir una determinada función social, para que desempeñe un papel en el sistema de relaciones sociales. Es decir, se educa al hombre no para que pierda su esencia individual, sino para que la manifieste de la mejor manera posible, en el contexto social en el que debe vivir (Sandoval, 2016, pp. 40-45)

En este sentido la investigación se fundamenta sociológicamente, pues prepara al estudiante de manera integral y multilateral ya que incluye reconocimientos, habilidades, destrezas, normas y valores, para que enfrente responsablemente los problemas que se presentan en la sociedad, es decir que lo prepara para la vida del trabajo y lo hace útil socialmente. Además, que en educación intervienen entes diversos: estudiantes y profesores, padres y familia en general, instituciones y organizaciones de carácter estatal y social, medios de difusión masiva y de comunicación, incluyendo también a las condiciones sociales propiamente, todos los cuales le confieren a la educación un carácter eminentemente social.

## **2.3. Bases teóricas**

### ***2.3.1. Aprendizaje***

El aprendizaje es un conjunto de eventos(tareas) relacionados y desarrollados para crear cambios, ya sean internos o externos, dichos eventos internos se llevan a cabo en la conciencia o inconsciencia de la persona, relacionados con las operaciones mentales que favorecen el conocimiento. Al hablar del aprendizaje de las matemáticas se lo define como un proceso intencionado para la apropiación del conocimiento matemático, el cual inicia con la reflexión, comprensión, construcción y evaluación de las acciones didácticas que conllevan a la adquisición

y el desarrollo de habilidades y actitudes para un adecuado desempeño matemático en la sociedad (Montecé, 2017, p.36). Las teorías de aprendizaje le brindan al docente herramientas validadas para viabilizar aprendizajes, así como la fundamentación para seleccionarlas inteligentemente (Moreno et al., 2017, p.48).

### *2.3.1.1. Teorías del aprendizaje*

Las teorías de aprendizaje son modelos que permiten reflejar el comportamiento del sujeto que aprende, tienen como objetivo explicar el origen del saber. El aprendizaje forma parte del bagaje teórico y práctico que debe utilizar el maestro en la actividad educativa, con el fin de observar el comportamiento del alumno en la adquisición de los conocimientos y modos de comportamiento (Mesén, 2019, p.187). Sin embargo, el aprendizaje siendo universal durante toda la vida, ha dado origen a las diversas teorías que son:

#### *Teoría conductista*

Según Cantoral (2016, p.671) esta teoría tiene como base los estudios de Ivan Pavlov, quien por medio de experimentos con animales demostró que el aprendizaje es el resultado de la relación entre estímulo y respuesta. El conductismo predice y controla la conducta, lo cual implica excluir los estados y eventos mentales como objetos de estudio de la psicología. El aprendizaje se alcanza cuando se demuestra una respuesta apropiada seguida de la presentación de un estímulo ambiental determinado.

La teoría conductista posee los siguientes principios que son:

- La conducta está regida por leyes y sujeta a las variables ambientales.
- La conducta es un fenómeno observable e identificable.
- Las conductas mal adaptativas son adquiridas a través de aprendizaje.
- Las metas conductuales han de ser específicas.
- La teoría conductual se focaliza en el aquí y ahora.
- En el desarrollo de la teoría conductual existen cinco procesos que son:
  - El condicionamiento clásico
  - El conexionismo
  - El asocianismo
  - El aprendizaje operante
  - El aprendizaje social

Los conductistas consideran que los factores ambientales y el estudiante influyen en el aprendizaje. El punto medular es el ordenamiento del estímulo y sus consecuencias dentro del medio ambiente (Moreno et al., 2017, p.50).

Las teorías conductistas establecen que el trabajo del educador es:

- Determinar cuáles "pistas" o "indicios" pueden "extraer" la respuesta deseada.
- Organizar situaciones de práctica en las cuales los "provocadores" se aparean con los estímulos que inicialmente no tienen poder para lograr la respuesta, pero de los cuales se puede esperar que la logren en el ambiente "natural" de desempeño.
- Organizar las condiciones ambientales de tal forma que los estudiantes puedan dar las respuestas correctas en la presencia de los estímulos correspondientes y recibir refuerzos por las respuestas correspondientes (Escorza, 2020, p.60).

### *Teoría cognitiva*

Panizza (2018, p.2), manifiesta que el cognitivismo es un proceso que tiene como objetivo descubrir y conocer las relaciones que deben establecer entre uno y otro objeto, evento y fenómenos del entorno. Esta teoría se basa en que el aprendizaje se produce a partir de la propia experiencia, tratando de explicar los procesos de pensamiento y las actividades mentales que mediatizan la relación entre el estímulo y la respuesta. Entre las teorías cognitivistas que se puede mencionar son:

- Teoría psicogenética de Jean Piaget
- Aprendizaje por descubrimiento
- Teoría de Bruner
- El aprendizaje significativo
- Zona de desarrollo próximo

La adquisición del conocimiento se define como una actividad mental que implica una estructuración por parte del estudiante, quien se ve como un participante más activo en el proceso de aprendizaje. Las teorías cognitivas resaltan que el conocimiento debe ser significativo y que se asista a los estudiantes a organizar y relacionar la nueva información con el conocimiento existente en la memoria, para ello resulta necesario apoyarse en las estructuras mentales o esquemas existentes en el estudiante para que la instrucción sea efectiva. La información debe



organizarse de manera que los alumnos sean capaces de enlazar la nueva información con el conocimiento previo (Godino, 2017, p.3).

#### *Teoría constructivista*

Esta teoría se basa en que cada persona construye su propia perspectiva de lo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados, es decir que es una construcción interior (Olmedo y Farrerons, 2017, p.4).

La teoría constructivista se centra en el estudiante, es decir que es el ente principal en el proceso enseñanza-aprendizaje. Más adelante se analiza a detalle esta teoría para utilizarle como base para la elaboración de la estrategia didáctica que plantea esta investigación.

#### *Teoría conectivista*

La aparición de la web 2.0 hizo necesaria una didáctica modernizada que permitiera potenciar las posibilidades de esta nueva herramienta, es por ello que se realizó una integración didáctica de las TIC. El conectivismo se encara con el constructivismo, mientras el constructivismo es proposicional, en el conectivismo las conexiones se dan de forma natural, sin intención por parte de los individuos que aprenden, e inclusive, no totalmente bajo el control de ellos (Sánchez et al., 2019, p.130).

Respecto a esta teoría, se mencionan los siguientes principios:

- El aprendizaje y el conocimiento reposan sobre la diversidad de opiniones
- El aprendizaje es un proceso de conexión de nodos o fuentes de información especializada
- El aprendizaje habita en dispositivos no humanos
- La capacidad para saber más es mayor que lo que actualmente se conoce
- El fomento y el mantenimiento de las conexiones son necesarios para facilitar el aprendizaje continuo
- La capacidad para ver conexiones entre campos, ideas y conceptos es una habilidad básica
- El conocimiento actualizado es la finalidad de todas las actividades realizadas
- Se considera que la toma de decisiones es un proceso de aprendizaje (Moreno et al., 2017, p.55).

Con esta teoría surgen el concepto de e-learning 2.0, las herramientas de la Web 2.0, la Universidad 2.0, Curriculum 2.0 o Pedagogía 2.0, los Massive Open Online Courses (MOOC)

que constituye la plataforma más representativa del aprendizaje conectivista. Las debilidades que se tiene con esta teoría radican en la poca atención de los estudiantes, el número de estos que completan la formación y otros aspectos relacionados con la evaluación y la certificación pues se tienen audiencias masivas (Moreno et al., 2017, p.55).

### *Generalizaciones en las teorías del aprendizaje*

Según Kemp y Smellie, 1989, las generalizaciones en las distintas teorías del aprendizaje son:

- *Motivación.* Un alumno que aprende es porque se siente motivado, interesado y tiene la necesidad de aprender
- *Objetivos del aprendizaje.* Toda actuación docente debe anticipar los objetivos que aspira alcanzar.
- *Ritmos y diferencias individuales.* Cada individuo es diferente, por lo tanto, se debe tener presente las capacidades, actitudes y habilidades de cada estudiante al momento de empezar el proceso de aprendizaje.
- *Conocimiento de los destinatarios y diseño de la acción.* Se debe realizar un diagnóstico de los sujetos que van a aprender, para conocer su interés, necesidades, nivel de conocimiento, finalidades, esto ayuda a encaminar de manera adecuada nuestras acciones, actividades, material de trabajo, etc.
- *Organización del contenido.* Seleccionar contenidos relevantes, significativos y al nivel de los estudiantes, los cuales deben estructurarse en bloque o unidades secuenciadas, con sentido, direccionalidad y uniformidad.
- *Participación.* Se debe involucrar al máximo al estudiante y hacerle participar de manera frecuente al estudiante.

**Tabla 1-2: Características de las teorías del aprendizaje.**

	<b>CONDUCTIVISMO</b>	<b>COGNITIVISMO</b>	<b>CONSTRUCTIVISMO</b>	<b>CONECTIVISMO</b>
<b>Autores</b>	Skinner Watson Pavlov Bandura Desollador Thorndike	Gagné Bruner Anderson Gardner Novak Rummelhart Norman	Vygotsky Piaget Lave y Wenger Bransford Hasselbring Grabinger Spiro y cols.	Siemens Downes
<b>Características</b>	Estudia el comportamiento observable (la conducta humana, la cual analiza científicamente). Considera el entorno como un conjunto de estímulos-respuestas.	Se basa en la idea que el aprendizaje se produce a partir de la propia experiencia.	Su principal características es el fomento de la reflexión en la experiencia, permitiendo que el contexto y el contenido sean dependientes de la construcción del conocimiento.	Se basa en las teorías del caos, la complejidad, la auto-organización y las redes sociales.
<b>Objetivos educativos</b>	Establecidos por el docente, deben detallar la conducta observable que se espera medir. El alumno es una «tabla rasa» que está vacío de contenido. El aprendizaje es gradual y continuo, cuando se logra que el estudiante de las respuestas adecuadas en función del estímulo; consiste en un cambio en la forma del comportamiento.	Lograr el aprendizaje significativo con sentido y desarrollar habilidades estratégicas generales y específicas de aprendizaje.	Aprender mediante la construcción de conocimientos en base a las experiencias del alumno, por medio de la realización de actividades que son de utilidad en el mundo real.	Capacitar al estudiante para que pase de ser consumidor a productor del conocimiento a través de la colaboración y cooperación con otros individuos y mediante el uso de las TIC.
<b>Rol del docente</b>	Dirige todo el proceso de enseñanza-aprendizaje diseñando el proceso de estímulo-respuesta y los refuerzos, castigos o estímulos adecuados.	El docente no es el centro del proceso de aprendizaje, sino que su función es confeccionar y organizar experiencias didácticas interesantes.	El papel del docente debe ser de moderador, coordinador, facilitador, mediador y al mismo tiempo participativo, es decir debe contextualizar las distintas actividades del proceso de aprendizaje. Es el directo responsable	Capacitar a los alumnos para que creen y mantengan sus propias redes de aprendizaje y las continúen usando a lo largo de toda su vida para navegar su futuro y resolver de manera creativa los problemas del mundo.
<b>Rol del estudiante</b>	Tiene un papel pasivo, es una «tabla rasa» vacía de contenido. Para aprender depende de los estímulos que reciba del exterior. Aprende gracias a la memorización y a la repetición, aunque no asimile los conceptos, ni los comprenda y los olvide rápidamente.	El estudiante es un sujeto activo procesador de información con capacidad de aprender.	Su papel constructor tanto de esquemas como de estructuras operatorias. Siendo el responsable último de su propio proceso de aprendizaje y el procesador activo de la información, construye el conocimiento por sí mismo y nadie puede sustituirle en esta tarea	Crear o formar parte de redes de aprendizaje según sus necesidades lo que le permite actualizar constantemente sus conocimientos.
<b>Interacción entre estudiantes</b>	Se basa en una relación de buen comportamiento, no de creación de conocimiento.	Elemento básico en el proceso de aprendizaje ya que la relación permite construir el propio conocimiento.	Ser activa mediante el compromiso y la responsabilidad. Ser constructiva en base a la adaptación de nuevas ideas para dar sentido o significado. Ser colaborativa a través del trabajo en comunidades de aprendizaje y construcción del conocimiento.	El aprendizaje será mejor cuantas más conexiones entre estudiantes existan en la red de conocimiento, ya que esta diversidad genera nuevos nodos especializados en ciertas materias que a su vez sirven de fuente de conocimiento al resto de los nodos.
<b>Relación docente-alumno</b>	El docente es el sujeto activo que diseña las actividades y los estímulos, mientras que el alumno es un sujeto pasivo que no aporta nada al aprendizaje.	Relación basada en la retroalimentación y requiera la alta participación del estudiante y la creación de un ambiente positivo por parte del docente.	La función comunicativa de los docentes en todo proceso de evaluación da la actividad educativa. La comunicación educativa constituye el proceso mediante el cual se estructura la personalidad del educando	El profesor se convierte en tutor del estudiante que construye su propio conocimiento guiado por éste.
<b>Evaluación</b>	Evaluación por objetivos definidos, observables y medibles cuantitativamente a través de test y exámenes. No interesa el proceso, solo la consecución de los objetivos o conductas evaluadas.	Centrada en el proceso de aprendizaje, utiliza datos cualitativos y da mayor importancia a las estrategias utilizadas para conseguir los objetivos, que no al grado en que éste de alcance.	Evaluación de los procesos de aprendizaje. Considerar los aspectos cognitivos y afectivos que los estudiantes utilizan durante el proceso de construcción de los aprendizajes.	Es continúa e incierta y los instrumentos utilizados para realizarla vienen determinados por el estudiante
<b>Aplicación de las TIC's</b>	Propuesta digitalizada de la enseñanza programada, que presentan un temario y una serie de ejercicios y preguntas y respuestas encaminadas a verificar su comprensión y adquisición por parte del alumno, gracias a una fuerte carga repetitiva. Se basa en una rudimentaria presentación secuencial de preguntas y en la sanción correspondiente a las respuestas erróneas de los alumnos.	Las TIC son un recurso muy válido para favorecer el aprendizaje porque fomenta la participación entre estudiantes y permite crear programas y sistemas donde el alumno desarrolla sus capacidades cognitivas.	En las teorías constructivistas las aplicaciones TIC y sus herramientas potencian el compromiso activo del alumno, la participación, la interacción, la retroalimentación y conexión con el contexto real, de tal manera que son propicias para que el alumno pueda controlar y ser consciente de su propio proceso de aprendizaje.	La forma en la que trabajan y funcionan las personas se ve alterada con el uso de nuevas herramientas (aplicaciones web, blogs, microblogging, wikis, podcasts, agendas colaborativas, e-portfolios abiertos y gestionados por el aprendiz, IMS y videoconferencias, web conferencias, redes sociales abiertas e interconectada) que, de hecho, están definiendo y modelando («recableando») nuestro pensamiento.

Fuente: Concha, 2017.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

### *2.3.1.2. Teoría constructivista*

La teoría constructivista considera que el aprendizaje es siempre una construcción interior, su concepto central es el aprendizaje significativo, definido por Ausubel como el proceso utilizado por el alumno para aprender, el cual relaciona la información nueva con la que posee, dándole un significado y favoreciendo su comprensión, lo cual implica considerar las ideas previas del alumnado para brindarle experiencias que promuevan sus habilidades del pensamiento (Figueroa et al., 2017, p.7).

El constructivismo concibe el conocimiento como una construcción propia del sujeto que se va produciendo día con día como resultado de la interacción de los factores cognitivos y sociales, dicho proceso se realiza de forma permanente y en cualquier entorno en el que el sujeto interactúa. Esta teoría considera al ser humano como un ente autogestor, capaz de procesar la información obtenida del entorno, interpretarla según lo que conoce y convirtiéndola en un nuevo conocimiento, es decir que las experiencias previas del sujeto le permiten en el marco de otros contextos realizar nuevas construcciones mentales (Saldarriaga et al., 2016, p.131).

El constructivismo promueve estrategias que incorporen tecnología informática, facilitando la creación de nuevas formas de aprendizaje, ya que permite la conexión con experiencias significativas, las cuales pueden constituirse en herramientas cognitivas que el alumno utiliza para estimular y desarrollar habilidades del pensamiento. Según (Escorza, 2020, p.64) aprender con la tecnología permite que el alumno se desarrolle intelectualmente, organizando las ideas con mayor soltura para actuar posteriormente con ellas apoyando su proceso de aprendizaje.

Según Paladines, 2018, Piaget manifiesta en su teoría indica que el desarrollo cognitivo es un proceso continuo en el cual la construcción de los esquemas mentales es elaborada desde los esquemas de la niñez, en un proceso de reconstrucción constante (p.58).

Las herramientas cognitivas son utilizadas para visualizar, organizar, automatizar o suplantar las técnicas del pensamiento, es decir, que el alumnado debe usar la tecnología como herramienta para: (a) representar el problema, (b) promover sus conocimientos, (c) consolidar esquemas preexistentes mediante la automatización de ejercicios de un nivel inferior, y (d) reagrupar la información pertinente y necesaria al resolver un problema (García, 2020, p.25).

Al hablar de herramientas cognitivas la tecnología se hace cargo de las actividades trabajosas y rutinarias como los cálculos y gráficos, lo que permite a que el alumno se centre en conceptos esenciales y ayuda al docente a evitar actividades que no aportan nada en forma directa a la tarea educativa pero que hace falta realizar. Bajo esta perspectiva el profesor debe encarar un rol de facilitador de saberes y desarrollador de habilidades que permitan a los alumnos utilizar el análisis crítico y reflexivo (García, 2020, p.26).

#### *Submodelos de la teoría constructivista*

Olmedo y Farrerons, 2017, consideran que el modelo constructivista es el más influyente dentro de la didáctica de las ciencias, además que se divide en 4 submodelos:

*Piagetiano.* Aplica en la enseñanza las diferentes partes del entramado teórico de las aportaciones de Piaget.

*Humano.* Se fundamenta en el aprendizaje significativo de Ausubel.

*Social.* Utiliza mensajes sencillos como las concepciones específicas de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza.

*Radical.* Dentro del aprendizaje promueve actividades vinculadas a las especulaciones y confrontación filosófica que a cuestiones del aula (Olmedo y Farrerons, 2017, pp.9-10).

#### *Importancia de la teoría constructivista en la pedagogía contemporánea.*

La importancia de esta teoría radica en lo siguiente:

- El conocimiento es el resultado de la interacción entre sujeto y objeto, es decir que el conocimiento no radica en los objetos ni en el sujeto, sino en la interacción entre ambos, por lo que el aprendizaje está definido por las etapas de desarrollo del conocimiento.
- El alumno es un sujeto activo que elabora la información, siendo capaz de progresar por sí mismo, además que se ha permitido reconocer la actividad del profesor como elemento, el cual puede favorecer el desarrollo del aprendizaje mediante entornos de aprendizaje y actividades adaptadas al nivel de desarrollo de los alumnos con los que trata.
- Se potencia el desarrollo de métodos de enseñanza que estimulan el aprendizaje activo, al considerar que los conocimientos necesitan ser construidos activamente por el propio sujeto para poder realmente ser comprendidos.

- Se considera a la inteligencia como un todo organizado en el que los elementos individuales se encuentran coordinados y estrechamente relacionados entre sí para formar una estructura coherente que el alumno aplica para conocer el mundo que le rodea.
- El profesor se convierte en un orientador dentro del proceso, es decir que deja de impartir conocimientos de manera mecánica y busca crear las condiciones y los métodos apropiados para que el estudiante sea capaz de desarrollar su inteligencia construyendo los conocimientos que necesita para su formación.
- Se considera la autogestión del aprendizaje, es decir que el alumno es capaz de construir su conocimiento partiendo de: experiencias previas, los contenidos impartidos por el profesor y el adecuado ambiente, lo que le permite conseguir un aprendizaje con comprensión, fácilmente generalizable a otros contextos, duradero en el tiempo y que el alumno aumente el sentido de su propia capacidad para generar conocimientos valiosos por sí mismo, lo que potencia posteriores esfuerzos (Saldarriaga et al., 2016, pp.135-137).

*Consideraciones en el proceso enseñanza-aprendizaje bajo la concepción constructivista*

- El aprendizaje es subjetivo y personal, ya que es un proceso constructivo interno
- El aprendizaje es social y cooperativo, ya que permite la mediación con otros.
- El nivel de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, además de la naturaleza y estructura del conocimiento.
- El aprendizaje empieza con los conocimientos y experiencias previos del estudiante.
- El aprendizaje se facilita construyendo puentes cognitivos entre lo nuevo y lo ya conocido (Olmedo y Farrerons, 2017, pp.8-9).

*Principios metodológicos fundamentales*

Gallardo y Camacho, 2016, mencionan los siguientes principios metodológicos fundamentales expresados por Piaget (pp.42-43):

1. La resolución de problemas por el alumno mediante métodos experimentales: observación, hipótesis, comprobación, ley.
2. La consideración de las primeras soluciones de un problema como hipótesis que deben verificarse.
3. Conceder gran importancia a las actividades prácticas.

4. Realizar las operaciones por manipulaciones y experiencias concretas.
5. Llegar a la resolución de un problema por caminos diferentes, representa una medida didáctica importante para su comprensión por parte del alumno.
6. Favorecer la cooperación social de los niños y su formación a través del trabajo en equipo y la discusión entre ellos.
7. Desde los primeros años de su escolaridad, los niños deberán ser estimulados y guiados hacia el trabajo de conjunto y hacia la discusión de problemas sencillos que estén a su alcance.
8. El profesor, en la medida de lo posible debe potenciar las actividades socializadas por medio de la discusión en común y el trabajo en equipos.
9. El docente, debe dejar una gran libertad al niño para desarrollar su pensamiento.
10. La discusión de un problema se realizará en conjunto y, desde un punto de vista organizativo, puede tener las siguientes formas: discusión en común, trabajo en equipos y trabajo individual.
11. Se debe exigir que los descubrimientos sean hechos, en cuanto sea posible, por el alumno durante sus experimentos.
12. Toda lección experimental debe comenzar por una discusión en común del problema en que determinadas posibilidades de solución sean ya sugeridas.
13. Es necesario llevar a los alumnos a que se planteen ellos mismos los problemas.
14. En vez de presentar un objeto aislado a la observación de los alumnos, se presenta simultáneamente otro que contraste con el primero. De ello resulta una mejor participación de los alumnos en la clase.
15. A menudo, es ventajoso combinar la discusión en común con el trabajo en equipos. 16. Es preciso que cada alumno efectúe por sí mismo los experimentos y si ello no fuese posible, que la actividad se fundamente en datos perceptivos (objetos, figuras geométricas, ilustraciones, modelos, relieves, dispositivos móviles, croquis en la pizarra, etc.).

#### *Fases y procesos en el aprendizaje constructivista*

1. **Motivación.** Creación de expectativas y disposiciones en el alumno para tratar de conseguir que éste encuentre razones o causas para aprender.

2. **Comprensión.** Requiere atención y percepción selectiva para tener ideas claras de los aspectos más importantes de las cosas.
3. **Adquisición.** Fijación de nuevos conocimientos por parte del alumno, destacando lo esencial del aprendizaje, dividiendo en partes o bloques la información, siguiendo procedimientos, una lógica para organizarla y estructurarla, para que así pueda expresar con sus palabras el sentido de la misma.
4. **Retención.** Almacenamiento en la memoria de los conceptos aprendidos en momentos anteriores.
5. **Recuperación.** Recuerdo de lo almacenado.
6. **Generalización o transferencia.** El alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas o situaciones nuevas.
7. **Desempeño.** Dar a conocer y elaborar una respuesta (verbal o no verbal).
8. **Realimentación.** Tiene como propósito la afirmación o verificación de la relación existente entre un criterio establecido de antemano y la validez de la respuesta aprendida (Gallardo y Camacho, 2016, pp.56-57).

#### *Características de un modelo didáctico constructivista*

Olmedo y Farrerons, 2017, manifiestan las siguientes características (pp.8-9):

- a. Visión constructivista
  - Fundamento psicológico: Aprendizaje significativo relacionado con los conocimientos previos.
  - Fundamento epistemológico: Interpretación de la realidad a través de modelos
  - Fundamento empírico: Ideas previas que los alumnos tienen a pesar de la instrucción
- b. Principios
  - Aprender reconstruyendo los conocimientos
  - Los contenidos y procesos son complementarios
  - Enseñar es ayudar al aprendizaje planificando y organizando
- c. Sintaxis
  - Iniciar con las ideas del alumnado



- Explorar, reestructurar y aplicar nuevas ideas
  - Fomentar el cambio conceptual
  - El currículum es un compendio de actividades
  - Crear ambientes de aprendizaje donde los estudiantes construyan sus propios significados.
- d. Sistema social
- El docente es investigador, selecciona problemas de aprendizaje.
  - Activa la participación de los estudiantes
  - Se fomenta el trabajo en grupos pequeños
  - Se evalúan conceptos, habilidades, procesos y capacidad para resolver problemas
  - Control de los estudiantes del propio aprendizaje
- e. Sistema de apoyo
- Diversidad de recursos
  - Formación de docentes
  - Materiales, libros, softwares
  - Diálogo y aprendizaje colaborativo.

### *2.3.1.3. Teoría constructivista y las matemáticas*

El aprendizaje significativo de las matemáticas debe sustentarse en la comprensión de los conceptos matemáticos básicos. Se debe aceptar que el estudiante construye el conocimiento, de un modo activo, a través de la interacción con el medio y la organización de sus propios constructos mentales, es decir que no es un receptor pasivo del conocimiento; pues lo interpreta, lo estructura y lo asimila según sus propios esquemas mentales, lo que induce a decir que el aprendizaje en matemática debe ser constructivista.

Este aprendizaje implica dos principios:

1. El conocimiento es construido activamente por el sujeto que conoce, no es recibido pasivamente del entorno.
2. Llegar a conocer es un proceso adaptativo que organiza el propio mundo experiencial; no se

descubre un mundo independiente, preexistente, exterior a la mente del sujeto (Montecé, 2017, p.33).

### **2.3.2. Estrategias didácticas**

Las estrategias didácticas son herramientas del pensamiento utilizadas para que al estudiante se le facilite la adquisición de conocimiento, es decir que el uso de estrategias beneficia el aprendizaje, la comprensión de contenidos, la resolución de problemas y el desenvolvimiento del estudiante (Mombo, 2015, p.33).

#### *2.3.2.1. Características de las estrategias didácticas*

- a) Su aplicación es controlada y no automática, es decir se requiere de una toma de decisiones, de una actividad previa de planificación y de un control de su ejecución. Por lo tanto, se precisa de la aplicación del conocimiento metacognitivo y autorregulación.
- b) Se debe realizar una reflexión profunda sobre el modo de emplearlas, existiendo un dominio de las secuencias de acciones y técnicas que las constituyen, así como también el cómo y cuándo aplicarlas.
- c) El estudiante debe seleccionarlas inteligentemente de entre varios recursos y capacidades, utilizando una actividad estratégica en función de demandas contextuales determinadas y de la consecución de ciertas metas de aprendizaje (Urquizo y Campana, 2017, p.104).

#### *2.3.2.2. Tipos de estrategias didácticas para matemáticas*

Espinoza, 2020, indica que se deben considerar estrategias que:

- Faciliten la adquisición de contenidos a través de una situación particular de actividades mentales empleadas en la construcción de nuevos conocimientos.
- Permitan el desarrollo de habilidades cognoscitivas, haciendo que los contenidos sean adquiridos fácilmente para que construyan su propio aprendizaje.
- Induzcan a la investigación científica, despertando el interés por nuevos conocimientos.

Las estrategias didácticas utilizadas en matemáticas son:

### *Estrategias de gestión*

Estrategias relacionadas con los contenidos previos y con los nuevos, las cuales permiten al alumno utilizar técnicas de estudio que faciliten la resolución de los ejercicios que le transmite el profesor obteniendo mejores resultados educativos, dichas técnicas deben tener una adecuada organización para utilizarlas según la actividad que se presente, reestructurando su información teniendo coherencia y semejanza con los nuevos conocimientos.

### *Estrategias de control*

Estrategias que involucran la entrega de los procedimientos utilizados por el docente para enseñar los contenidos matemáticos, el docente autorregula los contenidos mejorando su presentación, con el fin de mejorar la comprensión, recepción de información por parte del alumno, así como también aumentando su nivel lógico-matemático.

### *Estrategias de apoyo*

El docente debe buscar el incentivo adecuado que motive al alumno a mejorar su aprendizaje matemático ya sea con puntos, recompensas, entre otros, los cuales induzcan al alumno a seguir preparándose en los contenidos matemáticos, a mejorar su actitud, a seguir estudiando, realizando tareas, ejercicios, competencias, mejorar en sus calificaciones, con lo cual obtendrá mayor comprensión de los contenidos, mejor rendimiento escolar, un aprendizaje constructivo y significativo por aprender los contenidos matemáticos.

### *Estrategias de procesamiento*

Estas estrategias conducen a cumplir lo siguiente:

- Repetición de los conocimientos obtenidos, manteniéndolos de forma significativa y constructiva que impidan su olvido, pero sin llegar a la memorización.
- Organización para desarrollar ejercicios, ya que sin un orden se perderá el interés para aprenderlos, se obtendrá bajo rendimiento escolar, un pensamiento constructivo escaso, llevando a la práctica de manera inadecuada, obteniéndose errores en los resultados y en los procedimientos que tenga que realizar en los ejercicios.
- Elaboración de nuevas técnicas y formas de enseñar los contenidos matemáticos, utilizando la tecnología (computadora, software, material ilustrativo, etc.) los cuales faciliten el aprendizaje.

### *Estrategias de personalización*

El docente debe transmitir los conocimientos de forma clara y entendible, propiciándole al alumno herramientas necesarias para resolver problemas de una manera rápida, sencilla, entendible y de fácil reflexión. Con lo cual el alumno sea crítico, analítico y creativo, permitiéndole así desarrollar su pensamiento constructivo en beneficio de su aprendizaje matemático.

### *Estrategia de metacognición*

Es necesario conocer la naturaleza del proceso de pensamiento de cada alumno, para poder utilizar nuevos mecanismos que refuercen el pensamiento asegurando el protagonismo del estudiante como creador de su propio aprendizaje. El docente sólo reforzará de manera significativa para enriquecer cada tema de una forma creativa e interesante; utilizando material didáctico y tecnología para que el alumno ponga más atención a lo que se está enseñando (p.40).

### *2.3.2.3. La tecnología y el aprendizaje de las matemáticas*

En todo proceso de enseñanza-aprendizaje los estudiantes necesitan de motivación, siendo el docente el principal responsable de propiciar esa energía en el estudiante para que logre los objetivos propuestos, el uso de softwares educativos y la aplicación de las Tics constituyen un ente creador de motivación, que sumado a la capacidad del estudiante para aprender por sí mismo, lo convierten en un ente autónomo tanto dentro como fuera de la clase (Muñoz et al., 2017, p.1297).

Muñoz y Porras, 2018, mencionan que resulta común que los estudiantes presenten errores al resolver los problemas, lo que se convierten en un obstáculo al momento de aprender y por tanto se manifiesta con respuestas incorrectas en sus ejercicios lo que induce a una baja calificación. Esto induce a pensar que no se han encontrado materiales físicos y digitales adecuados para presentar conceptos matemáticos avanzados, pudiendo hacer uso de softwares y computadoras (p.43).

El no utilizar la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas, a presentado los siguientes inconvenientes:

- No es posible modelar los procesos físicos en análisis
- No existe un análisis profundo de los problemas a resolver

- No se analiza ni se interpreta la solución
- No se observa gráficamente los problemas a resolver
- No se analizan las posibles soluciones
- En la enseñanza tradicional solo existe un enfoque analítico (Muñoz et al., 2017, p. 1298).

#### 2.3.2.4. *Motivación en el aprendizaje*

Uno de los factores que determinan la satisfacción y el rendimiento académico es la motivación. Saber cómo funciona y en qué modo es posible intervenir sobre ella puede resultar muy útil, tanto para el alumno que desea saber las razones de su comportamiento en el centro escolar, como para el profesor que pretende desarrollar una enseñanza eficaz. La eficacia del profesor y el rendimiento de los alumnos aumentan y mejoran cuando los motivos son adecuados (Gallardo et al., 2016, p.9).

##### - *Aspectos que influyen en la motivación de los alumnos*

Gallardo et al, 2016, pp.12-13, manifiesta que ciertos aspectos influyen en la motivación de los alumnos, los cuales son:

- a. La personalidad del profesor.* Tono de voz, facilidad, naturalidad y elegancia de expresión, entusiasmo por la materia, dinamismo, buen humor, cordialidad, firmeza y seguridad, así como también la atención, el interés por el estudio, el estímulo por lograr los resultados previstos y la satisfacción por los trabajos escolares (madurez afectiva, equilibrio interno, comprensión empática, objetividad, motivación por la enseñanza, ejemplaridad, etc.) son características que animan, incitan y llevan al alumno a trabajar activamente en su propio perfeccionamiento individual.
- b. La competencia.* Entendida como dominio de la asignatura que se imparte y de capacidades para desarrollar una enseñanza eficaz.
- c. El material didáctico utilizado en las clases.* Se debe utilizar todo lo que haga el asunto más concreto, intuitivo e interesante como: libros de texto, fotografías, diapositivas, películas, vídeos, murales, cómics, prensa, softwares, etc.

- d. *La identificación o grado de empatía.* La identificación del profesor con el alumno es un elemento favorecedor de la implicación y la comprensión de los contenidos. En la medida que el alumno se identifica con el profesor mejora su comprensión.
- e. *El método o las modalidades prácticas de trabajo y las técnicas de trabajo individual y de grupo empleadas por el profesor.* Discusión dirigida, grupos de trabajo, competiciones, juegos, exposiciones de trabajos, organización y ejecución de proyectos, autopresentaciones, bola de nieve, lluvia de ideas o “brainstorming”, discusión por objetivos, equipos de estudiantes- divisiones de éxito, flash, inversión de roles, juego de rol o “role- playing”, método del caso, sinéctica, solución de problemas, etc.
- f. *La autocontrolabilidad.* La confianza que el profesor tiene en sus propias capacidades y en el potencial de sus alumnos para lograr los objetivos propuestos.

- *Principios que inciden en la motivación de los alumnos*

- a. La motivación es tanto efecto como causa del aprendizaje. No debe esperarse a que se desarrolle la motivación para comenzar una tarea.
- b. El objeto de cualquier tema ha de explicarse lo más posible. En el caso de objetivos remotos y poco prácticos debe ser expresada la relación en las tareas de aprendizaje con otros tipos de conocimientos y capacidades intelectuales.
- c. Debe hacerse uso completo de los intereses y motivaciones existentes, pero no debemos considerarnos limitados por ellos.
- d. Es necesario aumentar al máximo el impulso cognoscitivo activando la curiosidad, atrayendo la atención y preparando las clases de forma que se asegure el éxito final.
- e. Activar la curiosidad y el interés del alumno por el contenido del tema o la tarea.
- f. Mostrar la relevancia del contenido o tarea para el alumno.
- g. Organizar la actividad en grupos cooperativos.
- h. Dar el máximo de opciones de intervención para facilitar la percepción de autonomía.
- i. Antes, durante y después de la tarea orientar la atención de los alumnos.
- j. Promover la adquisición de los siguientes aprendizajes.
- k. Adecuar las tareas a la capacidad del alumno: Nada hay que perjudique la motivación tanto como un fracaso o una frustración.

- l. Conviene ayudar a los alumnos a fijarse objetivos realistas y a evaluar sus progresos con respecto a dichos objetivos, proporcionándoles tareas que valoren los límites de su capacidad y dándoles información sobre el nivel de consecución de los objetivos alcanzados.
- m. Tener en cuenta los cambios evolutivos y las diferencias individuales que condicionan los modelos motivacionales.
- n. Ejemplificar los mismos comportamientos y valores que se tratan de transmitir con los mensajes que se dan en clase.
- o. Hacer uso juicioso de la motivación extrínseca.
- p. Organizar las evaluaciones (Gallardo et al, 2016, p.9).

### ***2.3.3. Ecuaciones diferenciales***

Una ecuación diferencial (ED) es una ecuación que contiene derivadas de una o más variables dependientes respecto a una o más variables independientes (Zill, 2009, p.2).

#### ***2.3.3.1. Orden y grado de una ecuación diferencial***

El orden de una ED corresponde al número de la mayor derivada que aparezca en la ecuación (Castaño, 2019, p. 2). Mientras que el grado de una ED es la potencia a la que está elevada la derivada de mayor orden, siempre y cuando la ecuación diferencial esté dada en forma polinomial (Carmona y Filio, 2011 , p.3).

#### ***2.3.3.2. Clasificación de las ecuaciones diferenciales***

Las ecuaciones diferenciales se clasifican de acuerdo al tipo, orden y grado, lo cual se detalla en la Figura 1-2.

Tipo	Ordinarias	{ La ecuación diferencial contiene derivadas de una o más variables dependientes con respecto a <i>una sola variable</i> independiente.
	Parciales	{ La ecuación diferencial contiene derivadas parciales de una o más variables dependientes con respecto a <i>dos o más variables</i> independientes.
Orden	Primer orden	$F(x, y, y') = 0$
	Segundo orden	$F(x, y', y'') = 0$
	Tercer orden	$F(x, y, y', y'', y''') = 0$
	·	·
	·	·
Orden $n$	$F(x, y, y', \dots, y^n) = 0$	
Grado	Lineales	{ a) La variable dependiente $y$ y todas sus derivadas son de primer grado. b) Cada coeficiente de $y$ y sus derivadas depende solamente de la variable independiente $x$ .
	No lineales	{ Las que no cumplen las propiedades anteriores.

**Figura 1-2.** Clasificación de las ecuaciones diferenciales.

Fuente: Carmona y Filio, 2011, p.3.

### 2.3.3.3. Solución de una ecuación diferencial

La solución de una ecuación diferencial es una función  $y = \varphi(x)$  determinada en el intervalo  $(a, b)$ , con sus derivadas sucesivas que satisfacen esta ecuación. Esto significa que al sustituir la función y sus derivadas en la ecuación diferencial se obtiene una identidad para toda  $x$  en el intervalo  $(a, b)$  (García y Reich, 2016, p.9).

### 2.3.4. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales

Una ecuación diferencial ordinaria (EDO) lineal es tal que:

- La variable dependiente  $y$  y todas sus derivadas son de primer grado.
- Cada coeficiente de  $y$  y sus derivadas dependen solo de la variable independiente  $x$ , o es una constante (Zill, 2009, p.3).

La ecuación diferencial ordinaria (EDO) lineal tiene la forma:

$$a_n(x) \frac{d^n y}{dx^n} + a_{n-1}(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_1(x) \frac{dy}{dx} + a_0(x)y = r(x) \quad (1)$$



### 2.3.4.1. Métodos para resolver EDO lineales de primer orden

La forma general de este tipo de ecuación es:

$$\frac{dy}{dx} + f(x)y = r(x) \quad (2)$$

Para resolver este tipo de ecuaciones se debe considerar si:

- a.  $r(x) = 0$ , **la EDO lineal es homogénea** y su solución es:

$$y = ce^{-\int f(x)dx} \quad (3)$$

- b.  $r(x) \neq 0$ , **la EDO lineal es no homogénea** y su solución es:

$$y = e^{-\int f(x)dx} [\int e^{-\int f(x)dx} r(x)dx + c] \quad (4)$$

A esta ecuación se le denomina Fórmula General.

Las EDO lineales no homogéneas se pueden resolver por dos métodos:

#### 1. Método del factor integrante.

En este método se considera que si la ecuación es lineal en  $x$ :  $F(x) = e^{\int f(x)dx}$ , y si la ecuación es lineal en  $y$ :  $F(y) = e^{\int f(y)dy}$ . Al multiplicar este factor  $r(x)$  por la ecuación, ésta se convierte en exacta y se la resuelve como tal.

#### 2. Método de variación de parámetros.

En este método la solución está dada por:  $y = uv$ , donde:

$$v = e^{-\int f(x)dx} \quad (5)$$

$$u = \int \frac{F(x)}{v(x)} dx + c \quad (6)$$

Al final se reemplaza  $v$  y  $u$  en la solución  $y$ . (Carmona y Filio, 2011, p. 85)

### 2.3.4.2. Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden

La ecuación diferencial ordinaria lineal de segundo orden tiene la forma:

$$y'' + f(x)y' + g(x)y = r(x) \quad (7)$$

Para resolver este tipo de ecuaciones se debe considerar si:

- a.  $r(x) = 0$ , **la EDO lineal es homogénea**
- b.  $r(x) \neq 0$ , **la EDO lineal es no homogénea**

### 2.3.4.3. Métodos para resolver EDO lineales homogéneas de segundo orden

Las EDO lineales homogéneas se resuelven por los siguientes métodos:

#### 1. *Coefficientes constantes.*

La ecuación tiene la forma:

$$y'' + ay' + by = 0 \quad (8)$$

Donde: a,b son constantes.

La ecuación auxiliar o característica es:

$$\lambda^2 + a\lambda + b = 0 \quad (9)$$

Sí:

$$a^2 - 4b > 0 \rightarrow \lambda_1 \neq \lambda_2 \quad \text{raíces reales diferentes}$$

$$a^2 - 4b = 0 \rightarrow \lambda_1 = \lambda_2 \quad \text{raíces reales iguales}$$

$$a^2 - 4b < 0 \rightarrow \lambda = \alpha \pm i\beta \quad \text{raíces complejas}$$

La solución general para cada caso es:

$$\text{Caso 1. } \lambda_1 \neq \lambda_2 \rightarrow y = c_1 e^{\lambda_1 x} + c_2 e^{\lambda_2 x}$$

$$\text{Caso 2. } \lambda_1 = \lambda_2 \rightarrow y = c_1 e^{\lambda x} + c_2 x e^{\lambda x}$$

$$\text{Caso 3. } \lambda = \alpha \pm i\beta \rightarrow y = e^{\alpha x} (A \cos \beta x + B \sen \beta x)$$

#### 2. *Ecuación de Cauchy – Euler*

La ecuación tiene la forma:

$$x^2 y'' + axy' + by = 0; a, b \in \mathcal{R} \quad (10)$$

La ecuación auxiliar o característica es:

$$m^2 + (a - 1)m + b = 0 \quad (11)$$

La solución general depende del resultado de  $m_1$  y  $m_2$ :

$$\text{Caso 1. } m_1 \neq m_2 \quad \rightarrow \quad y = c_1 x^{m_1} + c_2 x^{m_2}$$

$$\text{Caso 2. } m_1 = m_2 \quad \rightarrow \quad y = c_1 x^m + c_2 (\ln x) x^m$$

$$\text{Caso 3. } m = \alpha \pm i\beta \quad \rightarrow \quad y = x^\alpha (A \cos \ln x^\beta + B \operatorname{sen} \ln x^\beta)$$

Existen 2 formas para encontrar la solución:

- a. Suponer una solución de la forma  $y = x^m$
- b. Usar la transformación  $x = e^t$

### 3. Ecuación de orden arbitrario con coeficientes constantes

La ecuación tiene la forma:

$$a_n y^{(n)} + a_{n-1} y^{(n-1)} + \dots + a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y = 0 \quad (12)$$

La ecuación auxiliar o característica es:

$$a_n m^n + a_{n-1} m^{n-1} + \dots + a_2 m^2 + a_1 m + a_0 = 0 \quad (13)$$

La solución general depende de las n raíces obtenidas:

$$\text{Caso 1. } m_1 \neq m_2 \neq \dots \neq m_n \quad \rightarrow \quad y = c_1 e^{m_1 x} + c_2 e^{m_2 x} + \dots + c_n e^{m_n x}$$

$$\text{Caso 2. } m_1 = m_2 = \dots = m_n \quad \rightarrow \quad y = e^{mx} (c_1 + c_2 x + c_3 x^2 + \dots + c_n x^{n-1})$$

**Caso 3.** Si hay raíces iguales y también diferentes  $\rightarrow$  Se aplican los dos casos anteriores a los grupos de  $\lambda_i$  que convenga (Carmona y Filio, 2011, p.207).

#### 2.3.4.4. Métodos para resolver EDO lineales no homogéneas de segundo orden

La solución a este tipo de ecuaciones está dada por:

$$y = y_h + y_p \quad (14)$$

Donde:

$y_h$ : Es una solución general obtenida de la homogénea.

$y_p$ : Es una solución particular

Para obtener  $y_p$  existen dos métodos:

### 3. Método de los coeficientes indeterminados.

El método de los coeficientes indeterminados analiza la forma que tiene  $r(x)$ , dependiendo si es polinomial, exponencial, función trigonométrica o una combinación entre ellas, se determina la forma de la solución  $y_p$  tal como se muestra en la Tabla 1-2.

**Tabla 2-2:** Formas de  $y_p$  según el método de los coeficientes indeterminados

Forma de $r(x)$	Raíces de la ecuación auxiliar	Forma de $y_p$ para $k = \max(m, n)$
$P_m(x)$	$\lambda_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, z$	$P_m(x)$
	Alguna $\lambda_i = 0$	$x^z P_m(x)$
$P_m(x)e^{\alpha x}$	$\alpha$ no es raíz	$P_m(x)e^{\alpha x}$
	$\alpha$ es raíz repetida $z$ veces (de orden $z$ )	$x^z p_m(x)e^{\alpha x}$
$P_m(x)\cos\beta x + Q_n(x)\sen\beta x$	$\pm i\beta$ no son raíces	$p_k(x)\cos\beta x + q_k(x)\sen\beta x$
	$\pm i\beta$ son raíces de orden $z$	$x^z(p_k(x)\cos\beta x + q_k(x)\sen\beta x)$
$e^{\alpha x}[P_m(x)\cos\beta x + Q_n(x)\sen\beta x]$	$\alpha \pm i\beta$ no son raíces	$e^{\alpha x}(p_k(x)\cos\beta x + q_k(x)\sen\beta x)$
	$\alpha \pm i\beta$ son raíces de orden $z$	$x^z e^{\alpha x}(p_k(x)\cos\beta x + q_k(x)\sen\beta x)$

Fuente: Carmona y Filio, 2011.

### 4. Método general o variación de parámetros.

Este método se usa para cualquier forma de  $r(x)$ .

La solución tiene la forma:

$$y_p = uy_1 + vy_2 \quad (15)$$

Donde,  $y_1$  y  $y_2$  son solución de la ecuación homogénea correspondiente.

$u$  y  $v$  son calculadas así:

$$u = - \int \frac{y_2 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx$$
$$v = \int \frac{y_1 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx$$

Por lo tanto:

$$y_p = -y_1 \int \frac{y_2 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx + y_2 \int \frac{y_1 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx \quad (16)$$

La solución final es  $y = y_h + y_p$  (Carmona y Filio, 2011, p.209).

### 2.3.5. Software libre

Un software libre brinda libertad a los usuarios para que lo adquieran fácilmente, ya que este puede ser copiado, modificado y redistribuido libremente, además que este paquete es gratis (Romero et al., 2020, p.64).

#### 2.3.5.1. Características de un software libre.

Las principales características son:

- a. Su código de fuente es abierto.
- b. Puede ser estudiado y modificado.
- c. Se pueden realizar copias y distribuirlas.
- d. Puede ser usado con cualquier propósito.
- e. Fácil de usar y aprender.
- f. Ahorro en costos.
- g. Es adaptable de acuerdo con las necesidades del usuario.
- h. Permite al usuario ser dueño de su propio software (Quispe, 2019, p.22).

#### 2.3.5.2. Libertades que ofrece un software libre

Existen 4 libertades que el software libre ofrece a los usuarios:

- a. **Libertad de utilización.** Utilizarlo en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.

- b. Libertad de estudio.** Estudiarlo y adaptarlo a nuestras necesidades, conociendo y modificando el código fuente.
- c. Libertad de redistribución.** Permite realizar copias al código para distribuirlo entre colegas, alumnos, etc.
- d. Libertad para mejorar el software.** Permite corregir errores y publicar mejoras (Ortiz, 2018, p.16).

#### 2.3.5.3 *Software libre en la educación*

Richard Stallman fundador del movimiento GNU (perteneciente a la comunidad de programadores “Free Software Foundation”) considera cuatro razones fundamentales para usar un Software Libre en Educación que comprenden la educativa, libertaria, moral y económica.

- a. Razón educativa.** Si el programa es libre, el profesor puede explicarlo y ofrecer una copia del código fuente, para que el estudiante lo analice, lo investigue y comprenda.
- b. Razón libertaria.** La mejor forma de enseñar las bondades de la libertad es ejerciéndola. Si los estudiantes cuentan con un software tienen la oportunidad de aprender con él, sintiéndose eficientes por sus aportes.
- c. Razón moral.** La Educación es más que enseñar una asignatura, implica la formación integral del estudiante como ser social, pasando de un enfoque reduccionista a uno holístico y humanista. La escuela debe enseñar no solo hechos sino propender por desarrollar el espíritu de buena voluntad y el hábito de ayudar al otro, y compartir un software libre con los participantes de la clase para que aprendan cómo funciona, se convierte en un mecanismo que contribuye con la formación en valores en los educandos.
- d. Razón económica.** El software libre resulta económico, no solo no se paguen licencias, sino porque se economiza en arreglos y actualizaciones (García, 2018, p. 70).

#### 2.3.5.4 *Beneficios de un software libre en la educación*

- Contribuye a formar personas libres, independientes, críticas y autónomas.
- Permite enseñar con herramientas adaptadas a la realidad del estudiante.
- Crea una comunidad de conocimiento compartido.

- Fomenta la independencia de las personas para elegir las herramientas del futuro, promueve un modelo tecnológico abierto, sin limitaciones a la investigación o al uso de la tecnología.
- Evoluciona rápidamente y permite una eficaz solución de los problemas.
- Una solución madura con experiencias de éxito en el entorno educativo es un referente a nivel mundial de aplicación de tecnologías en educación.
- Refuerza los conocimientos adquiridos de manera tradicional.
- Permite ahorrar costos en implantación, mantenimiento y gestión de los centros educativos y por ende de los estudiantes.
- Facilita el acceso a los estudiantes desde casa
- Garantiza la seguridad, porque dificulta los ataques externos y la incidencia de virus informáticos o troyanos.
- Potencia el uso de recursos innovadores como herramientas metodológicas (García, 2018, pp. 71-72).

#### *2.3.5.5. Consideraciones para elegir un software libre en la educación*

Los docentes en el desarrollo de su calidad profesional deben utilizar un software libre que sea empleado como recurso didáctico en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes.

Para utilizar un software el docente debe tener en cuenta los objetivos que quiere alcanzar en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes, para lo cual el software debe:

- Poseer un entorno amigable
- Ser innovador
- Ofrecer una interacción motivadora
- Desarrollar habilidades cognitivas
- Facilitar la resolución de problemas
- Transmitir conocimiento.
- Promover la creatividad del pensamiento crítico.
- Fomentar el aprendizaje significativo
- Desarrollar la competencia, capacidad y desempeño del estudiante.

- Promover a que el estudiante elabore su propio producto a través de actividades propias del software y, a la vez, evalúe su metacognición (Quispe, 2019: pp.26-27).

#### 2.3.5.6. *Softwares libres utilizados en matemáticas*

Muñoz y Porras, 2018 mencionan que la aplicación de las TIC's, sumado a la actualización bibliográfica, incluyendo la motivación por medio de las aplicaciones de las Matemáticas en Ingeniería, logrará en el estudiante aprendizajes significativos que los permita emprender de una forma autónoma en el campo de la investigación.

En la actualidad existen diferentes softwares libres utilizados en el campo de las Matemáticas, a continuación, se mencionan los que se aplican para resolver ecuaciones diferenciales.

- *Wolfram Alpha*: Software creado en marzo del 2009 por el físico británico Stephen Wolfram, está en funcionamiento desde mayo del mismo año 2009. Este software pertenece a la compañía Wolfram Research, se caracteriza por ser un servidor en línea que responde a las preguntas de una forma directa, mediante el procesamiento de la respuesta extraída de una base de datos estructurados.
- *Derive*: Software con capacidad para desarrollar cálculo simbólico, análisis gráfico y manipulación numérica, que permite trabajar con funciones, derivadas, límites, integrales y otras operaciones matemáticas.
- *GeoGebra*: Software matemático creado por Markus Hohenwarter en el año 2002, se caracteriza por ser un paquete interactivo y libre, utilizado para la educación en colegios y universidades, está escrito en Java y por tanto está disponible en múltiples plataformas, lo que le permite que pueda funcionar en computadores, laptops, tablets y celulares (p.46).

#### 2.3.6. *GeoGebra*

##### 2.3.6.1. *Historia*

En el año 2002 apareció la primera versión del software GeoGebra, desarrollado por Markus Hohenwarter quien lo presentó en su tesis de maestría en la Universidad Salzburgo de Austria. En la primera versión GeoGebra contaba con herramientas y funciones limitadas, disponible solamente en los idiomas inglés y alemán (Nieto, 2018, p.21).



En 2004, a la versión 2.0 de GeoGebra, se le agregaron algunas herramientas. En el 2009, aparece la versión 3.0 disponible en 39 idiomas, con nuevas características de personalización, exportación de archivos, ampliación de las herramientas y comandos disponibles, posibilidad de generar nuevas herramientas, la inserción de texto, fórmulas LaTeX e imágenes. La versión 3.2 se desarrolló en este mismo año y fue traducida a 45 idiomas, se le adicionó la hoja de cálculo con la opción de interactuar con la representación gráfica de las construcciones. Dos años después en el 2011, la versión 4.0 tuvo de herramientas para la hoja de cálculo, además de herramientas para usuarios de educación básica como representación de ecuaciones, inequaciones, una calculadora de probabilidades entre otros. En esta versión apareció la inserción de herramientas interactivas como los botones con comando y casillas de entrada, y se tradujo a 5 idiomas más (Majadas, 2017).

La versión 4.2 aparece en el año 2012, la cual incluía la calculadora CAS posibilitando la graficación de funciones, incluyendo derivadas e integrales, pero la dificultad de programar en dicha calculadora hizo que GeoGebra se convirtiera en un software de código abierto, permitiendo así que pueda ser modificado por cualquier persona. Un año después se reemplaza el motor CAS y se generan nuevos comandos. La versión 5.0 se destaca por incluir la vista gráfica en 3D, herramientas propias de la vista para construir en 3D y el soporte para el manejo de dos variables. GeoGebra a más de ser un software educativo, desde el 2005 es una comunidad investigativa a través del portal web GeoGebra Tube, en el cual se comparten contenidos y se realizan modificaciones y aportes de GeoGebra de forma interactiva entre los participantes. Además, funciona como foro donde se despejan dudas entre los usuarios de GeoGebra (Nieto, 2018, p.22).

GeoGebra ha recibido varias distinciones a nivel internacional las cuales son (GeoGebra, 2021):

- Archimedes 2016: MNU Award in category Mathematics (Hamburg, Germany)
- Microsoft Partner of the Year Award 2015: Finalist, Public Sector: Education (Redmond, WA, USA)
- MERLOT Classics Award 2013: Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (Las Vegas, Nevada, USA)
- NTLC Award 2010: National Technology Leadership Award (Washington D.C., USA)
- Tech Award 2009: Laureat in the Education Category (San Jose, California, USA)
- BETT Award 2009: Finalist in London for British Educational Technology Award
- SourceForge.net Community Choice Awards 2008: Finalist, Best Project for Educators

- AECT Distinguished Development Award 2008: Association for Educational Communications and Technology (Orlando, USA)
- Learnie Award 2006: Austrian Educational Software Award (Vienna, Austria)
- eTwinning Award 2006: 1st prize for "Crop Circles Challenge" with GeoGebra (Linz, Austria)
- Les Trophées du Libre 2005: International Free Software Award, category Education (Soisson, France)
- Comenius 2004: German Educational Media Award (Berlin, Germany)
- Learnie Award 2005: Austrian Educational Software Award (Vienna, Austria)
- digita 2004: German Educational Software Award (Cologne, Germany)
- Learnie Award 2003: Austrian Educational Software Award (Vienna, Austria)
- EASA 2002: European Academic Software Award (Ronneby, Sweden)

#### 2.3.6.2. *Definición, características y ventajas*

##### *Definición*

GeoGebra es un software de matemáticas para todo nivel educativo. Reúne dinámicamente geometría, álgebra, estadística y cálculo en registros gráficos, de análisis y de organización en hojas de cálculo (GeoGebra, 2021).

##### *Características*

- Reúne gráfica y dinámicamente álgebra y geometría, análisis y hojas de cálculo.
- Posee potentes herramientas en armonía con una interfaz intuitiva y ágil.
- Herramienta de autoría para crear recursos de aprendizaje interactivos como páginas web
- Disponible en cada idioma requerido por los millones de usuarios del mundo.
- Software de código abierto libre y disponible de forma gratuita.

Por su libre agilidad de uso GeoGebra en todo el mundo reúne a millones de personas que lo adoptan y comparten diseños y aplicaciones en su interfaz. Además, que dinamiza el estudio, concordando lo experimental y lo conceptual para experimentar una organización didáctica y

disciplinar que combine matemática, ciencias, ingeniería y tecnología, lo cual lo convierte en un recurso mundial, potente e innovador dentro de la enseñanza y el aprendizaje (GeoGebra, 2021).

### *Ventajas*

- Brinda la doble percepción de los objetos, ya que tienen dos representaciones, una en la Vista Gráfica (**Geometría**) y otra en la Vista Algebraica (**Álgebra**), estableciéndose así una conexión entre los símbolos algebraicos y las gráficas geométricas, es decir que a todas las expresiones ingresadas en la ventana algebraica le corresponde un objeto en la zona gráfica.
- Permite analizar la geometría desde una forma dinámica e interactiva, ayudando así a visualizar contenidos matemáticos que son más complicados de afrontar desde un dibujo estático.
- Admite realizar construcciones de manera fácil y rápida, con un trazado exacto y real, las cuales revelarán las relaciones existentes entre la figura construida; además que hace posible la transformación dinámica de los objetos que la componen.
- Su portabilidad está garantizada en los sistemas de Windows, Linux, Solaris o MacOS X, debido a que utiliza la multiplataforma de Java, además que presenta un correcto funcionamiento en tablets y celulares.
- Existen foros en varios idiomas dentro de la Organización GeoGebra, lo que ayuda a que los usuarios interactúen entre sí mejorando sus conocimientos.
- Ofrece una wiki en donde se comparte las actividades y propias realizaciones con los demás usuarios, favoreciendo así a que se pueda revisar y utilizar dicho material.
- Al utilizar como herramienta dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, el profesor y el estudiante pueden acercarse a GeoGebra de varias maneras, no excluyentes entre sí pero que a menudo están relacionadas con el nivel de capacitación que se tenga del programa.
- El profesor puede crear materiales educativos estáticos (imágenes, protocolos de construcción) o dinámicos (demostraciones dinámicas locales, applets en páginas web), que sirvan de apoyo a las explicaciones de la materia.
- Crear actividades para que los estudiantes manipulen dichas construcciones y así deduzcan relaciones, propiedades y resultados a partir de la observación directa.
- El estudiante puede manipular construcciones realizadas por otras personas y deducir relaciones, resultados y propiedades de los objetos que intervienen, además que debe

realizar construcciones desde cero, ya sean dirigidas o abiertas, de resolución o de investigación (González,2021).

### 2.3.6.3. Interfaz de GeoGebra

GeoGebra puede ser instalado y utilizado en computadoras, tablets o celulares, o también su versión online en [www.geogebra.org.com](http://www.geogebra.org.com).



**Figura 2-2.** Ícono de GeoGebra.  
Fuente: GeoGebra, 2021.

La interfaz de GeoGebra está compuesta por: vistas, componentes, menús y cuadros de diálogo.

**Tabla 3-2:** Composición de la interfaz de GeoGebra.

VISTAS	COMPONENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vista Algebraica</li> <li>• Vista CAS</li> <li>• Vista Gráfica</li> <li>• Vista Gráfica 3D</li> <li>• Vista Hoja de Cálculo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barra de Menú</li> <li>• Barra de Herramientas</li> <li>• Barra de Entrada</li> <li>• Menú contextual</li> <li>• Barra de Navegación</li> <li>• Teclado Virtual</li> </ul>
MENÚS	CUADROS DE DIÁLOGO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo</li> <li>• Editar</li> <li>• Vista</li> <li>• Apariencias</li> <li>• Opciones</li> <li>• Herramientas</li> <li>• Ventana</li> <li>• Ayuda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro de Propiedades</li> <li>• Protocolo de Construcción</li> <li>• Creación de herramientas</li> <li>• Gestión de herramientas</li> <li>• Cuadro de Redefinición</li> <li>• Preferencias</li> <li>• Exportación de gráficos</li> <li>• Exportación de hojas de trabajo</li> <li>• Impresión</li> </ul>

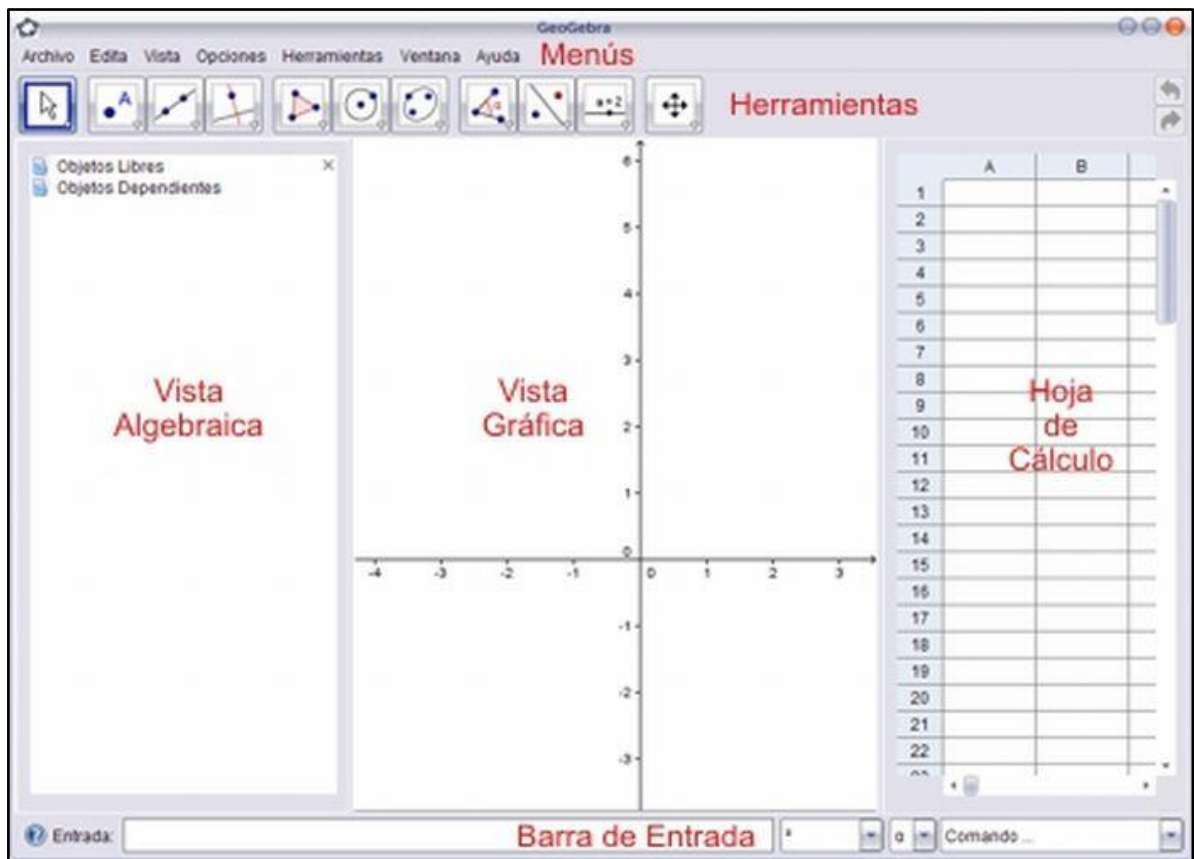
Fuente: GeoGebra, 2021.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

#### 2.3.6.4. Pantalla principal de GeoGebra

La pantalla de GeoGebra está dividida en seis zonas (González, 2021):

- Las barras de *Menús* y de *Herramientas* (barra de botones) que se encuentran en la parte superior.
- En la parte central, la *Vista Algebraica* a la izquierda, la *Vista Gráfica* en el centro y la *Hoja de Cálculo* a la derecha (oculta por defecto).
- En la parte inferior, la *Barra de Entrada* de teclado (comandos y operaciones de ingreso directo), de izquierda a derecha está compuesta por: el botón de Ayuda a la Entrada, el campo de Entrada y tres listas desplegables con operadores y funciones, letras griegas y comandos.

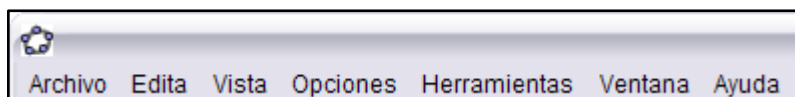


**Figura 3-2.** Pantalla principal GeoGebra.

Fuente: GeoGebra, 2021.

#### *Barra de menús*

Esta barra se encuentra situada en la parte superior de la ventana, justo debajo del nombre de la ventana. Contiene una serie de menús desplegables que permiten controlar la mayoría de las acciones que el GeoGebra puede llevar a cabo.

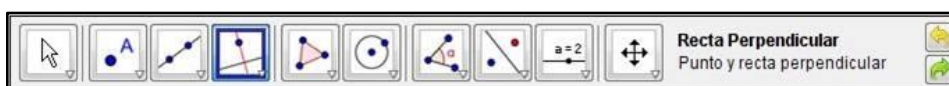


**Figura 4-2.** Barra de menú en GeoGebra.

Fuente: GeoGebra, 2021.

### *Barra de herramientas*

Esta barra se encuentra situada en debajo de la barra de menús. Contiene una serie de iconos que permiten crear objetos geométricos, los cuales son muy descriptivos con respecto a la función que realizan. Al hacer clic en el pequeño triangulito que tienen en su esquina inferior derecha, se obtiene un menú desplegable con diferentes posibilidades. Cuando se selecciona una de ellas, a la derecha de los íconos un breve texto que explica de manera precisa como usar la herramienta seleccionada. Permiten crear objetos geométricos de manera cómoda.



**Figura 5-2.** Barra de Herramientas GeoGebra.

Fuente: GeoGebra, 2021.

La barra de herramientas tiene una colección de íconos que realizan tareas muy específicas, por lo que están divididos en: manipulación, puntos, líneas, construcciones, polígonos, circunferencia, ángulos y medidas, transformaciones, texto e imagen y otros.

### *Vista algebraica*

Es un listado con la expresión algebraica de todos los objetos geométricos que se han definido. Los objetos dependientes son aquellos que se han construido apoyándose en otros ya existentes, es decir, aparecerán las coordenadas o ecuaciones de las figuras construidas en la zona gráfica.

### *Vista gráfica*

En esta área se observa y manipula los gráficos u objetos creados.

### *Campo de entradas o campo de texto*

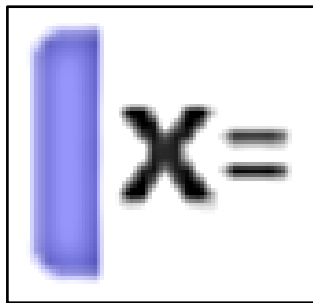
En este campo se ingresa directamente coordenadas, ecuaciones, comandos y funciones que se representarán en la vista gráfica, únicamente pulsando Enter en el teclado.

### Línea de comandos

Permite crear objetos geométricos mediante su expresión algebraica; para lo cual se requiere conocer los comandos adecuados.

### 2.3.6.5. Vista CAS

Esta vista permite utilizar el sistema CAS de GeoGebra (Computer Algebra System) para realizar cálculos simbólicos (GeoGebra, 2021).

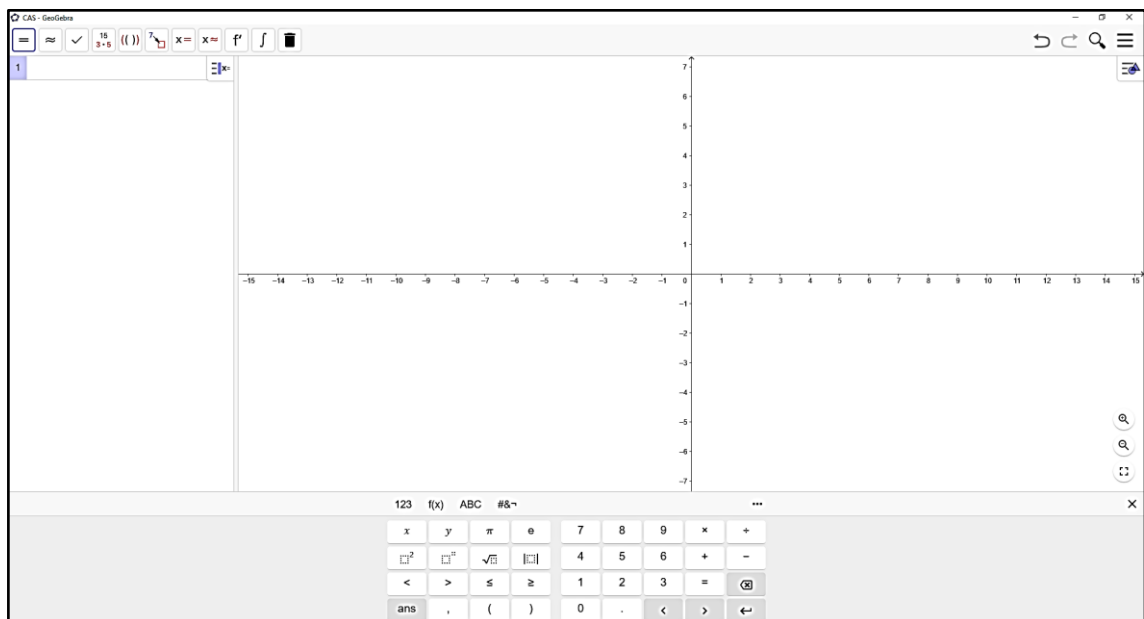


**Figura 6-2.** Ícono Vista CAS.

Fuente: GeoGebra, 2021.

### Interfaz

La *Vista CAS* se abre junto a la *Vista gráfica* y, según cuál de las dos esté activa, la Barra de Herramientas en el margen superior será de Herramientas CAS o de Herramientas Gráficas, con los botones *Deshace / Rehace* en la esquina superior derecha.



**Figura 7-2.** Interfaz Vista CAS.

Fuente: GeoGebra, 2021.

### *Creación de objetos matemáticos*

#### *Entrada directa*

Es un conjunto de celdas con una *línea de entrada* en la parte superior, que presentan la salida en la parte inferior. Estas *líneas de entrada* funcionan como la *barra de entrada*, pero con las siguientes diferencias:

- Pueden emplearse expresiones literales (variables) sin valor asignado.
- = se utiliza para ecuaciones
- Las multiplicaciones deben explicitarse el orden con paréntesis.
- Las asignaciones son evaluadas siempre con: = y al finalizar se debe concluir la salida con un punto y coma.

#### *Asignaciones de variables y conexiones con otras vistas*

Las asignaciones requieren la notación: =.

- Para liberar un nombre de variable se utiliza el comando Elimina ()
- La redefinición de una variable o función debe realizarse en la misma celda en que fue creada. De lo contrario será considerada como un nuevo objeto y se le cambiará el nombre automáticamente a la variable o función previa.

Las variables y funciones están siempre compartidas entre la *Vista CAS* y demás *vistas* de GeoGebra, mientras sea posible.

#### *Ecuaciones*

Las ecuaciones se escriben usando simplemente el signo igual.

- Se pueden realizar operaciones sobre ambos miembros de una ecuación.
- Se puede extraer un solo miembro de una ecuación con los comandos PrimerMiembro() o SegundoMiembro().



### Comandos CAS

GeoGebra ofrece una amplia variedad de comandos que pueden utilizarse para crear objetos en la Vista CAS. Basta con comenzar a escribir el nombre de un comando en la línea de entrada para que GeoGebra ofrezca una lista de comandos para seleccionar.

La lista completa de comandos está disponible en la sección Comandos CAS de la web de GeoGebra ([www.geogebra.org.com](http://www.geogebra.org.com)). A partir de GeoGebra 5 es posible utilizar algunos comandos geométricos en la Vista CAS.

### Barra de herramientas CAS

Contiene herramientas que pueden ser accionadas con el ratón y sirven para evaluar expresiones ingresadas y realizar cálculos.



**Figura 8-2.** Barra de Herramientas CAS.

Fuente: GeoGebra, 2021.

La lista completa de herramientas está disponible en la sección Herramientas CAS de la web de GeoGebra ([www.geogebra.org.com](http://www.geogebra.org.com)).

### Menú contextual del encabezado de filas

Al hacer clic derecho en el encabezado de una fila se despliega un menú contextual con las siguientes opciones.

- Inserta arriba: Inserta una fila vacía sobre la seleccionada.
- Inserta debajo: Inserta una fila vacía debajo de la seleccionada.
- Elimina fila: Borra el contenido de la fila seleccionada.
- Texto: Alterna entre el resultado actual y un texto que incluye el resultado actual de la fila y que permite al usuario ingresar comentarios.
- Copia como LaTeX (GeoGebra Escritorio): copia los contenidos de la fila seleccionada en el portapapeles para poder pegarlos luego.

### *Menú contextual de la salida*

Al hacer clic derecho sobre la salida de una fila se despliega un menú contextual con las siguientes opciones.

- Copiar: Copia el contenido de la fila en el portapapeles. Si luego se hace clic derecho en una nueva fila se puede pegar el contenido.
- Copiar como LaTeX: Copia el contenido de la fila en formato LaTeX en el portapapeles, de modo que puede ser pegado en un objeto texto o en un editor de código LaTeX.
- Copiar como fórmula LibreOffice: Copia el contenido de la fila en formato de fórmula de LibreOffice en el portapapeles, de modo que puede ser pegado en un procesador de textos.
- Copiar como imagen: Copia el contenido de la fila en formato PNG en el portapapeles, de modo que puede ser pegado como un objeto imagen o en un procesador de textos.

### *Representación de objetos matemáticos*

#### *Barra de estilo*

Ofrece distintas opciones como: cambiar el estilo y color del texto, despliegue de un teclado virtual, exposición de otras vistas.

### *Representación de objetos CAS en la vista gráfica*

En la Vista CAS, el ícono que aparece a la izquierda de cada fila indica si el objeto definido en esa fila está oculto o no (cuando se trata de un objeto que admite una representación en la vista gráfica). Basta hacer clic en el pequeño ícono (Mostrar/ocultar objeto) para alternar el estado de visibilidad del objeto en la Vista Gráfica (GeoGebra,2021).

## **2.4. Marco Conceptual**

**Aprendizaje.** - Proceso de cambio relativamente permanente en el comportamiento de una persona generado por la experiencia (EcuRed, 2021).

**Enseñanza.** - Actividad que busca favorecer el aprendizaje, la enseñanza genera un andamiaje para facilitar el aprendizaje de algo que el aprendiz puede hacer si se le brinda una ayuda (Méndez, 2021).

**Estrategia didáctica.** - Conjunto de acciones que el personal docente lleva a cabo, de manera planificada, para lograr la consecución de unos objetivos de aprendizaje específicos (Rovira, 2021).

**Estrategia de aprendizaje.** - Las estrategias de aprendizaje son una secuencia de operaciones cognoscitivas y procedimentales para procesar información y aprenderla significativamente (Docentes al día, 2019).

**Estrategia de enseñanza.** - Son procedimientos empleados por los docentes para hacer posible el aprendizaje del estudiante (Docentes al día, 2019).

**Técnicas de aprendizaje.** - Son procedimientos didácticos que ayudan a realizar una parte del aprendizaje que se persigue con la estrategia, es el recurso particular para llevar a efecto los objetivos (EcuRed, 2021).

**Actividades de aprendizaje.** - Son acciones específicas que facilitan la ejecución de la técnica. Son flexibles y permiten ajustar la técnica a las características del grupo (EcuRed, 2021).

**Motivación.** - Una disposición interna que activa, dirige, impulsa o mantiene un comportamiento, y hace que actuemos de una forma determinada (Gallardo et al., 2016, p.10).

## **2.6. Variables de estudio**

### ***2.6.1. Identificación de variables***

#### **Variable independiente**

Utilización de Software Libre.

#### **Variable dependiente**

Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales.

#### **Término de relación**

Incrementa.

### ***2.6.2. Operacionalización de variables***

En la Tabla 4-2, se describe la operacionalización de las variables que se utilizarán en el presente trabajo investigativo:

**Tabla 4-2:** Operacionalización de variables

Variable independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Utilización de Software Libre	<p><b>SOFTWARE LIBRE</b> Software para el cual se tiene las siguientes libertades:</p> <p>1.Libertad para ejecutarlo en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.</p> <p>2.Libertad para estudiar, manejarlo y adaptarlo a cualquier necesidad.</p> <p>3.Libertad para redistribuirlo y compartirlo con cualquier persona o entidad.</p> <p>4. Libertad para mejorarlo y publicar mejoras.</p>	Disponibilidad de recursos tecnológicos	<p>a. Tipos de Recursos Tecnológicos</p> <p>b. Accesibilidad a los Recursos Tecnológicos</p>	<p>a. Se refiere a los diferentes tipos de recursos tecnológicos que dispone el estudiante</p> <p>b. Se refiere a los recursos tecnológicos y/o softwares matemáticos que utilizan los estudiantes en ecuaciones diferenciales ordinarias.</p>	Cualitativo	Cuestionario	Encuesta	Nominal y Ordinal
		Software	<p>a. Ventajas y desventajas</p> <p>b. Características</p> <p>c. Aplicabilidad</p>	<p>a. Conocimiento sobre ventajas y desventajas del software.</p> <p>b. Conocimiento de características del software</p> <p>c. Conocimiento sobre la aplicación que tiene el software para resolver EDO lineales.</p>	Cualitativo	Cuestionario	Encuesta	Nominal y Ordinal

Variable dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales	Capacidad de los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales e interpretarlas.	Conceptual	a. Conceptos y Definiciones	Se refiere a los conceptos que necesita el estudiante sobre EDO lineales, tipos y métodos de resolución	Cuantitativo	Cuestionario	Prueba	Intervalo
		Procedimental	a. Capacidad en la aplicación de métodos de Resolución b. Capacidad de resolver EDO lineales utilizando software libre	Se refiere a la capacidad que tiene el estudiante para aplicar los conocimientos de EDO lineales y sus métodos de resolución.	Cuantitativo	Cuestionario	Prueba	Intervalo
		Actitudinal	a. Motivación por el aprendizaje de b. Capacidad de comprensión c. Interpretación de resultados	a. Se refiere al grado de motivación que tiene el estudiante por aprender EDO lineales b. Se refiere al nivel de comprensión que posee el estudiante sobre EDO lineales c. Se refiere a la capacidad que tiene el estudiante para interpretar las posibles soluciones de una EDO lineal.	Cuantitativo	Cuestionario	Prueba	Intervalo

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

En la Tabla 5-2. se describe la matriz de consistencia que se utilizara en el presente trabajo investigativo.

**Tabla 5-2:** Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo general	Hipótesis	Variables	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
¿Qué incidencia tiene la utilización de Software Libre como estrategia didáctica en el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del tercer semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo?	Utilizar un Software Libre como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	La utilización de software libre como estrategia didáctica incrementa el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.	<b>Variable Independiente.</b> Utilización de Software Libre	a. Tipos de Recurso Tecnológico b. Accesibilidad a los Recursos Tecnológicos Ventajas y desventajas c. Características d. Aplicabilidad	Cuestionario	Encuesta
			<b>Variable Dependiente.</b> Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales	a. Conceptos y Definiciones b. Capacidad en la aplicación de métodos de Resolución c. Capacidad de resolver EDO lineales utilizando software libre d. Motivación por el aprendizaje e. Capacidad de Comprensión f. Interpretación de resultados	Cuestionario	Prueba

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

## CAPÍTULO III

### 2. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño de la investigación

##### 3.1.1. Alcance y tipo de investigación

La presente investigación es de tipo correlacional, ya que se pretende establecer una relación entre las dos variables (Utilización de software libre – aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales), lo que permita predecir su comportamiento futuro.

También es del tipo explicativo, pues, se determina las causas y los factores del grado de relación (positiva) entre las variables para de esta manera probar las hipótesis.

##### 3.1.2. Métodos de la investigación

Los métodos de investigación son herramientas para la recolección de datos, formular y responder preguntas para llegar a conclusiones a través de un análisis sistemático y teórico aplicado a algún campo de estudio los métodos utilizados para la presente investigación será:

*Método experimental:* Se manipulará la variable utilización del software libre como una estrategia didáctica para estudiar los efectos que produce en el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales (variables dependientes). Además, se plantea una hipótesis que debe ser comprobada.

*Método deductivo:* Se parte de lo general para centrarse en lo específico mediante el razonamiento lógico y las hipótesis para que puedan sustentar conclusiones. En este proceso se parte de los análisis planteados, conceptos y principios validados y comprobados para ser aplicados a casos particulares.

*Método descriptivo:* Se describe, analiza e interpreta sistemáticamente un conjunto de hechos en estudio, así como también las variables (Utilización de Software Libre y Aprendizaje de EDO Lineales) que los caracterizan de manera tal y como se dan en el presente.



### **3.1.3. Enfoque de la investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se usa la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, llegando a establecer patrones de comportamiento y a comprobar teorías.

Hernández et al., 2017, indica que las características de este enfoque son:

- Mide fenómenos
- Utiliza estadística
- Prueba hipótesis
- Hace análisis causa-efecto

Y las características del proceso son:

- Secuencial
- Deductivo
- Probatorio
- Analiza la realidad objetiva (p.315).

## **3.2. Población y muestra de estudio**

### **3.2.1. Población**

La población estará comprendida por 220 estudiantes de Tercer Semestre de la asignatura Análisis Matemático III de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

### **3.2.2. Muestra**

Para el cálculo de la muestra se aplica la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N= tamaño de la población

Z= Nivel de confianza

p=probabilidad de éxito o proporción esperada

q=probabilidad de fracaso

e=error máximo admisible (precisión)

*Datos para el cálculo del tamaño de muestra:*

N=220

Z= 1,96 (Para un nivel de confianza del 95%)

p= 0,5

q= 0,5

e=5%

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$
$$n = \frac{220 * (1,96)^2 * 0,5 * 0,5}{(0,05)^2 * (220 - 1) + (1,96)^2 * (0,5) * (0,5)}$$
$$n = 140,12 \approx 140 \text{ estudiantes}$$

El tamaño de la muestra calculada es 140 estudiantes del tercer semestre de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

En esta investigación se divide a la muestra en dos grupos: el experimental y el de control. En el grupo experimental se aplicará la propuesta didáctica, mientras que el grupo de control no, pero al final se comparará los resultados entre los dos grupos para comprobar la hipótesis planteada.

### **3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.3.1. Técnica de recolección de datos**

Las técnicas de investigación son herramientas de trabajo que permiten obtener, organizar, correlacionar, cuantificar y cualificar los datos que se ha obtenido de la realidad (Arias,2020, p.18).

La técnica que se emplea en esta investigación es:

- **Encuesta.** - Es una técnica que se lleva a cabo mediante un instrumento llamado cuestionario, está direccionada a personas, permite la recolección de datos (opiniones, comportamientos y percepciones) a través de la interrogación a los encuestados con el fin de obtener información necesaria para la investigación (Arias, 2020, pp. 18-19).

Esta técnica se aplicó a la muestra de 140 estudiantes del tercer semestre asignatura Análisis Matemático III de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH antes de estructurar la propuesta didáctica, con el fin de diagnosticar la situación actual.

### ***3.3.2. Instrumentos de recolección de datos***

- **Cuestionario.** - Es un instrumento de recolección de datos, que consiste en un conjunto de preguntas presentadas y enumeradas que el encuestado debe responder. Según el tipo de preguntas el cuestionario puede ser abierto o cerrado, y según el tipo de respuestas puede ser dicotómico o politómico. Este instrumento debe cumplir con los requisitos de validez y confiabilidad antes de ser aplicado (Arias, 2020, pp.21-23).

En esta investigación se aplicó una encuesta con 29 preguntas, 2 preguntas sobre el sexo y edad del encuestado, y 27 preguntas de tipo cerrado pues las posibles respuestas están establecidas, éstas preguntas a su vez se dividen en:

- 1 pregunta dicotómicas (SI/NO)
- 26 preguntas politómicas (7 de opción múltiple y 19 con escala de Likert, como criterio de medición de 1 a 5).

El objetivo de esta encuesta es analizar la situación en la población de estudio, en base a las dos variables: utilización de software libre y aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, lo que permite además el análisis de cada uno de los indicadores planteados (materiales didácticos utilizados y la tecnología aplicada en el proceso enseñanza – aprendizaje).

- **Prueba objetiva.** - Es un instrumento de recolección de datos que tiene como propósito medir el nivel de aprendizaje que logró un sujeto en determinado tema o contenido. Este tipo

de prueba está compuesta por varios tipos de preguntas que no requieren de argumentación como, por ejemplo: verdadero y falso, opción múltiple, completación, apareamiento, ordenamiento. (Arias, 2020, pp.111-113)

La prueba objetiva utilizada en esta investigación consta de 15 preguntas:

- 6 de verdadero/falso, y
- 9 de opción múltiple.

La prueba objetiva se aplicó con el fin de evaluar el nivel de aprendizaje que tienen con respecto al contenido temático de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, y así comprobar la hipótesis planteada. Este instrumento se elaboró teniendo como referencia el marco teórico y la matriz de operacionalización de variables.

Como en la investigación se dividió la muestra en dos grupos (uno experimental y otro de control), en la aplicación de la prueba objetiva se procedió así:

- Al grupo de control se aplicó la prueba objetiva para evaluar los resultados del aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, sin la implementación de la estrategia didáctica propuesta en la investigación.
- Al grupo experimental se aplicó la prueba objetiva para evaluar los resultados del aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, luego de ser implementada la estrategia didáctica propuesta en la investigación.

Esto con el objetivo de comparar los resultados obtenidos en cada uno de los grupos y así poder comprobar la hipótesis planteada mediante la prueba estadística de distribución normal.

### ***3.3.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos***

La validez, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que se pretende medir, mientras que la confiabilidad se refiere al grado en que la aplicación repetida del instrumento a las mismas unidades de estudio en condiciones idénticas produce resultados iguales (Hernández et al., 2016, p.200).

### 3.3.3.1. Validez de la encuesta

Para la validez de la encuesta se utilizó la técnica validación de expertos (juicio de expertos), la cual consiste en una opinión de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas como expertos calificados y que pueden dar información, evidencia, juicio y valoración (Martínez et al., 2020, p.16).

Al aplicar esta técnica se contó con 5 expertos, los cuales se seleccionaron teniendo en consideración aspectos relevantes como experiencia en el área, grado mínimo de maestría, artículos publicados y experiencia en investigación (Juárez y Tobón, 2018, p.24).

Para la selección de los expertos, se utilizó un biograma, que es la representación gráfica del perfil profesional y biográfico que configuran la identidad profesional y trayectoria de los expertos (Martínez et al., 2020, p.17).

**Tabla 1-3:** Perfil de expertos

Experto	Grado Académico	Áreas de experiencia profesional	Puesto de Trabajo Actual	Años de experiencia en docencia e investigación (promedio)	Grado de conocimiento en el Tema EDO Lineales (Del 1 al 10)	Nivel de experiencia en el área de investigación (Del 1 al 10)
Experto 1	Maestría	Matemática, Ingeniería Electrónica	Docente Titular - ESPOCH	19	10	10
Experto 2	Maestría	Matemática	Docente Titular - ESPOCH	24	9	9
Experto 3	Maestría	Matemática, Ingeniería Mecánica, Sistemas Energéticos, Computación	Docente Ocasional - ESPOCH	4	10	9
Experto 4	Maestría	Matemática, Ingeniería Mecánica, Materiales, Procesos de Manufactura, Computación	Docente Ocasional - ESPOCH	5	10	9
Experto 5	Maestría	Matemática, Ingeniería Industrial, Producción	Docente Ocasional - ESPOCH	10	8	8

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

Para la validación de la encuesta se utilizó el formato de validación de expertos (ANEXO A) el cual se basa en el método de agregados individuales dado que es un método factible de aplicar, eficiente y evita sesgos por contacto entre expertos.

La evaluación de cada una de las preguntas del cuestionario tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo para los criterios de pertinencia y adecuación (redacción), los cuales fueron valorados mediante una escala de Likert con ponderación de 1 a 6, valor más bajo y alto, respectivamente.

El análisis de la evaluación cuantitativa (ANEXO B) se realizó mediante el cálculo del promedio de puntuaciones de los expertos, el cual, si es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada, caso contrario se elimina. (Universidad Adventista de Chile, 2017).

Con la validación por expertos aplicada se obtuvo en cada una de las 19 preguntas un puntaje total mayor a 4, por lo que todas las preguntas son válidas para el cuestionario. En la Tabla 2-3 se observa la valoración general del cuestionario.

**Tabla 2-3:** Valoración general del cuestionario

<b>CRITERIO PARA VALORAR</b>	<b>VALORACIÓN</b>
<b>Validez de Contenido</b>	100% de Validez
<b>Validez de Adecuación</b>	96,10% de Validez
<b>Validez de Pertinencia</b>	95,55% de Validez
<b>El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente</b>	Si 100%
<b>El número de preguntas del cuestionario es excesivo</b>	No 100%
<b>Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado</b>	No 100%

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

### 3.3.3.2. Confiabilidad

Para medir la confiabilidad de la encuesta se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha$ ), el cual mide la consistencia interna del instrumento. Martínez et al., (2020, p.17) afirma que  $\alpha$  se basa en las covarianzas entre los ítems y se lo utiliza cuando las respuestas están medidas con la escala

de Likert. En la Tabla 3-3 se indican los valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach.

**Tabla 3-3:** Valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach.

RANGO	NIVEL
0.9 – 1.0	Excelente
0.8 – 0.9	Muy bueno
0.7 – 0.8	Aceptable
0.6 – 0.7	Cuestionable
0.5 – 0.6	Pobre
0.0 – 0.5	No aceptable

Fuente: Martínez, et al, 2020.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

Para determinar la confiabilidad del cuestionario mediante el coeficiente alfa de Cronbach se siguieron los siguientes pasos:

- a. Se aplicó el cuestionario a una muestra piloto de 30 individuos, con características similares a la población en estudio, el perfil del grupo piloto se muestra en la Tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Perfil del grupo piloto

INDICADOR	DESCRIPTOR
Total	30 personas
Sexo	24 hombres – 6 mujeres
Promedio de edad (años)	22 años
Descripción	Estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático III de la ESPOCH, período académico Octubre 2020 – Marzo 2021

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

b. Se calculó el coeficiente  $\alpha$  mediante el software SPSS, el cual analiza y determina el resultado con exactitud. La fórmula para el cálculo de  $\alpha$  es:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente Alfa de Cronbach

k: Número de ítems

$\sum S_i^2$ : Sumatoria de varianzas de los ítems

$S_t^2$ : Varianza de la suma de los ítems

El análisis realizado mediante el software SPSS muestra un valor del coeficiente alfa de Cronbach  $\alpha=0,809$ , lo que indica que el nivel de confiabilidad es Muy Bueno.

**Tabla 5-3:** Análisis del coeficiente alfa de Cronbach mediante SPSS.  
**Resumen del procesamiento de los casos**

		N	%
Casos	Válidos	30	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	30	100,0

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,809	19

Fuente: Software SPSS,2021  
Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

Una vez analizada la confiabilidad y validez del cuestionario, se acepta el formato propuesto, el cual se presenta en el ANEXO C.



**Tabla 6-3:** Ficha técnica del cuestionario

<b>Título</b>	Cuestionario sobre el aprendizaje de EDO y aplicación de recursos tecnológicos
<b>Autor</b>	Sayuri Monserrath Bonilla Novillo
<b>Año</b>	2021
<b>Estructura</b>	29 preguntas (2 preguntas para datos generales y 27 preguntas específicas para la investigación)
<b>Nivel de Confiabilidad</b>	Muy Bueno ( $\alpha=0,809$ )
<b>Validez</b>	96,10% Adecuación 95,55% Pertinencia 100% Contenido
<b>Duración</b>	45 minutos
<b>Ámbito</b>	Estudiantes de la Asignatura Análisis Matemático III de la Facultad de Mecánica
<b>Significación</b>	Este instrumento evalúa la situación actual con respecto al aprendizaje de EDO lineales, así como también la aplicación de recursos tecnológicos en el aprendizaje. Consta de 29 preguntas, 2 de datos generales y 27 preguntas específicas para la investigación, las cuales son de tipo cerrado, y a su vez se subdividen en: 1 dicotómica y 26 politómicas, de las cuales 7 son de opción múltiple y 19 corresponden a una escala de Likert cuya medición está valorada en una escala de 1 a 5. El cuestionario se envió a los estudiantes de una forma virtual para que dentro del tiempo indicado seleccionen la respuesta según su criterio. En el Anexo A se muestra el cuestionario aplicado.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

### 3.3.3.3. Validez de la prueba objetiva

Para la validez de la prueba objetiva se utilizó la técnica de validación de expertos (juicio de expertos), en la cual se contó con los mismos 5 expertos que validaron ya la encuesta.

En esta validación de la prueba objetiva se utilizó el formato de validación de expertos (ANEXO E) el cual se basa en el método de agregados individuales dado que es un método factible de aplicar, eficiente y evita sesgos por contacto entre expertos.

La evaluación de cada una de las preguntas de la prueba objetiva tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo para los criterios de pertinencia y adecuación (redacción), los cuales fueron valorados mediante una escala de Likert con ponderación de 1 a 6, valor más bajo y alto, respectivamente.

El análisis de la evaluación cuantitativa (ANEXO F) se realizó mediante el cálculo del promedio de puntuaciones de los expertos, el cual, si es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada, caso contrario se elimina. (Universidad Adventista de Chile, 2017).

Con la validación por expertos aplicada se obtuvo en cada una de las 15 preguntas un puntaje total mayor a 4, por lo que todas las preguntas son Válidas para la prueba objetiva. En la Tabla 6-3 se observa la valoración general de la prueba objetiva.

**Tabla 7-3:** Valoración general de la prueba objetiva.

<b>CRITERIO PARA VALORAR</b>	<b>VALORACIÓN</b>
<b>Validez de Contenido</b>	100% de Validez
<b>Validez de Adecuación</b>	95,33% de Validez
<b>Validez de Pertinencia</b>	95,17% de Validez
<b>El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los evaluados puedan responderlo adecuadamente</b>	Si 100%
<b>El número de preguntas de la prueba objetiva es excesivo</b>	No 100%
<b>Las preguntas constituyen un riesgo para el evaluado</b>	No 100%

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

#### 3.3.3.4. Confiabilidad

Para medir la confiabilidad de la prueba objetiva se utilizó el método de split halves o partición binaria, el cual mediante el coeficiente Spearman-Brown (r) se mide la consistencia interna del instrumento. En este método se evalúa aplicando la prueba objetiva a un grupo piloto una sola vez, luego se divide las preguntas evaluadas en dos partes (mitades) para analizar entre ellas la correlación existente, si el instrumento es confiable, las puntuaciones de ambas mitades deben estar fuertemente correlacionadas. Una manera habitual es dividir la prueba objetiva es entre los

ítems pares y los impares, no es recomendable dividirlo sin más por la mitad, dado que muchas pruebas muestran un incremento gradual de la dificultad de sus ítems. (Del Río et al., 2020)

En la Tabla 7-3 se indican los valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente Spearman-Brown (r).

**Tabla 8-3:** Valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente Spearman-Brown.

RANGO	NIVEL
0.81 – 1.00	Muy alto
0.61 – 0.80	Alto
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.01 – 0.20	Muy baja

Fuente: Del Río et al, 2020, p.96.  
Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

Para determinar la confiabilidad de la prueba objetiva se siguieron los siguientes pasos:

- b. Se aplicó la prueba objetiva a una muestra piloto de 30 individuos, con características similares a la población en estudio, el perfil del grupo piloto se muestra en la Tabla 8-3.

**Tabla 9-3:** Perfil del grupo piloto

INDICADOR	DESCRIPTOR
Total	30 personas
Sexo	24 hombres – 6 mujeres
Promedio de edad (años)	22 años
Descripción	Estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático III de la ESPOCH, período académico Octubre 2020 – Marzo 2021

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

- b. Se calculó el coeficiente Spearman-Brown (r) mediante el software SPSS.

El análisis realizado mediante el software SPSS muestra un valor del coeficiente Spearman-Brown  $r = 0,887$  lo que indica que el nivel de confiabilidad es muy alto.

**Tabla 10-3:** Análisis del coeficiente Spearman-Brown mediante SPSS.

<b>Resumen del procesamiento de los casos</b>			
		N	%
Casos	Válidos	30	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	30	100,0

<b>Estadísticos de fiabilidad</b>			
Alfa de Cronbach	Parte 1	Valor	,693
		N de elementos	8 <sup>a</sup>
	Parte 2	Valor	,689
		N de elementos	7 <sup>b</sup>
	N total de elementos		15
	Correlación entre formas		,796
Coeficiente de Spearman-Brown	Longitud igual	,887	
	Longitud desigual	,887	
Dos mitades de Guttman		,885	

Fuente: Software SPSS, 2021  
Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

Una vez analizada la confiabilidad y validez de la prueba objetiva, se acepta el formato propuesto, el cual se presenta en el ANEXO G.

**Tabla 11-3:** Ficha técnica de la prueba objetiva

<b>Título</b>	Prueba objetiva sobre el aprendizaje de EDO y aplicación de recursos tecnológicos
<b>Autor</b>	Sayuri Monserrath Bonilla Novillo
<b>Año</b>	2021
<b>Estructura</b>	15 preguntas (6 preguntas de verdadero/falso y 9 preguntas de opción múltiple)
<b>Nivel de Confiabilidad</b>	Muy alto ( $r=0,887$ )
<b>Validez</b>	95,33% Adecuación 95,17% Pertinencia 100% Contenido
<b>Duración</b>	120 minutos
<b>Ámbito</b>	Estudiantes de la Asignatura Análisis Matemático III de la Facultad de Mecánica
<b>Significación</b>	Este instrumento evalúa el nivel de aprendizaje adquirido en el tema de EDO lineales, el cual se aplica al grupo de control y al grupo experimental. La prueba objetiva consta de 15 preguntas (6 de verdadero/falso y 9 de opción múltiple). Para elaborar la prueba objetiva se utilizó la herramienta de Google forms, para luego enviar a los estudiantes el enlace para que realicen la misma.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

### ***3.3.4. Tratamiento estadístico de los datos***

Para el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en esta investigación se utilizará la estadística descriptiva y la inferencial.

#### ***3.3.4.1. Tratamiento de los datos con la estadística descriptiva***

La estadística descriptiva permite la recolección de datos, su agrupación y presentación de una forma que permite describirlos e interpretarlos con facilidad. Para esto se utilizan tablas y/o gráficos estadísticos.

- Gráficos estadísticos. En esta investigación, para presentar los datos se utilizarán los gráficos estadísticos del tipo diagrama de barras verticales, para lo cual se hará uso del software Excel.
- Interpretaciones. Los gráficos estadísticos serán interpretados para describir cuantitativamente las variables analizadas.

#### ***3.3.4.2. Tratamiento de los datos con la estadística inferencial***

La estadística inferencial implica la utilización de una muestra para deducir una conclusión sobre la población.

- **Comprobación de homogeneidad entre grupos (experimental y de control)**

En un estudio de investigación la finalidad radica en el análisis de la variable resultado al exponer a la muestra de estudio a una determinada actuación. Para determinar la relación existente entre el resultado obtenido y la exposición a la actuación, es imprescindible que las muestras (de experimentación y de control) sean homogéneas, es decir, que todas las características presentadas sean similares, con la única diferencia entre ellas de la exposición al factor analizado. La homogeneidad entre las muestras se conoce como el supuesto de homogeneidad de varianzas el cual considera que la varianza es constante entre diferentes grupos. (Amat, 2016)

Existen diferentes pruebas que permiten evaluar homogeneidad, todas ellas consideran como hipótesis nula que la varianza es igual entre los grupos y como hipótesis alternativa que no lo es.

La diferencia entre ellos es el estadístico de centralidad que utilizan. Para el caso que se desee comprobar homogeneidad entre dos grupos se utiliza la prueba F-test. (Minitab Blog Editor, 2019)

### ***F-test (razón de varianzas)***

La prueba F-test conocido como F-Snedecor o contraste de la razón de varianzas, analiza la homogeneidad de varianzas entre dos muestras que pueden o no tener el mismo tamaño.

El estadístico de contraste es:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

Donde:

$\sigma_1^2$ : varianza de la muestra 1

$\sigma_2^2$ : varianza de la muestra 2

Para tomar la decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ) o hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se considera:

$$F < F_{critica} \therefore \text{se acepta } H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$F > F_{critica} \therefore \text{se acepta } H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Para determinar  $F_{critica}$  en tablas de la distribución F de Snedecor se debe considerar  $k_1 = n_1 - 1$  y  $k_2 = n_2 - 1$ , y generalmente un valor de confiabilidad  $\alpha = 0,05$ . (Amat, 2016)

- **Comprobación de hipótesis**

Para comprobar la hipótesis de esta investigación se utilizará la prueba de hipótesis de distribución normal, la misma que se realizará con el software estadístico SPSS.

### ***Prueba de hipótesis de distribución normal***

Esta prueba se utiliza si se cumplen estas dos condiciones:

\* Es posible calcular las medias y la desviación estándar a partir de la muestra.

\* El tamaño de la muestra es mayor o igual a 30.

El procedimiento para seguir es:

### 1. Planteamiento de la hipótesis

Se debe plantear la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Considerando que la hipótesis alternativa plantea matemáticamente lo que se quiere demostrar, y la hipótesis nula plantea lo contrario.

### 2. Determinación del nivel de significancia ( $\alpha$ )

Significa determinar el rango de aceptación de la hipótesis alternativa. El valor de  $\alpha$  puede tomar los siguientes valores:

**Tabla 12-3:** Aplicaciones según el valor del nivel de significancia  $\alpha$

<i>Nivel de significancia <math>\alpha</math></i>	<i>Aplicación</i>
---	-------------------

0,05	Para proyectos de investigación
0,01	Para aseguramiento de calidad
0,10	Para encuestas de mercadotecnia y políticas.

Fuente: Bencardino, 2019.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

### 3. Cálculo de la media y la desviación estándar

A partir de la muestra se debe calcular la media  $\bar{x}$  y la desviación estándar  $\sigma$ .

### 4. Cálculo del valor de z

Se aplica la ecuación correspondiente a la prueba z para diferencia entre dos medias de población:

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

$\bar{x}_1$  =media de la muestra aleatoria 1 de una distribución normal

$\bar{x}_2$  =media de la muestra aleatoria 2 de una distribución normal

$\sigma_1$  = desviación estándar de la muestra aleatoria 1

$\sigma_2$  = desviación estándar de la muestra aleatoria 2

$n_1$  =tamaño de la muestra aleatoria 1

$n_2$  =tamaño de la muestra aleatoria 2

##### 5. Toma de decisiones

Se debe analizar las regiones de aceptación y rechazo, para de esa manera concluir si se acepta o rechaza la hipótesis nula en base a la hipótesis alternativa (Bencardino, 2019).



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicada en la etapa de diagnóstico de la situación actual

En este apartado se realiza el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a la muestra de 140 estudiantes de la asignatura Análisis Matemático III de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, periodo académico Abril - Septiembre 2021. Esta encuesta se aplicó con el objetivo de analizar la situación actual del aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, cuyos resultados sirven para elaborar la propuesta de utilización de un software libre como estrategia para el aprendizaje de EDO lineales.

La encuesta comprende dos partes:

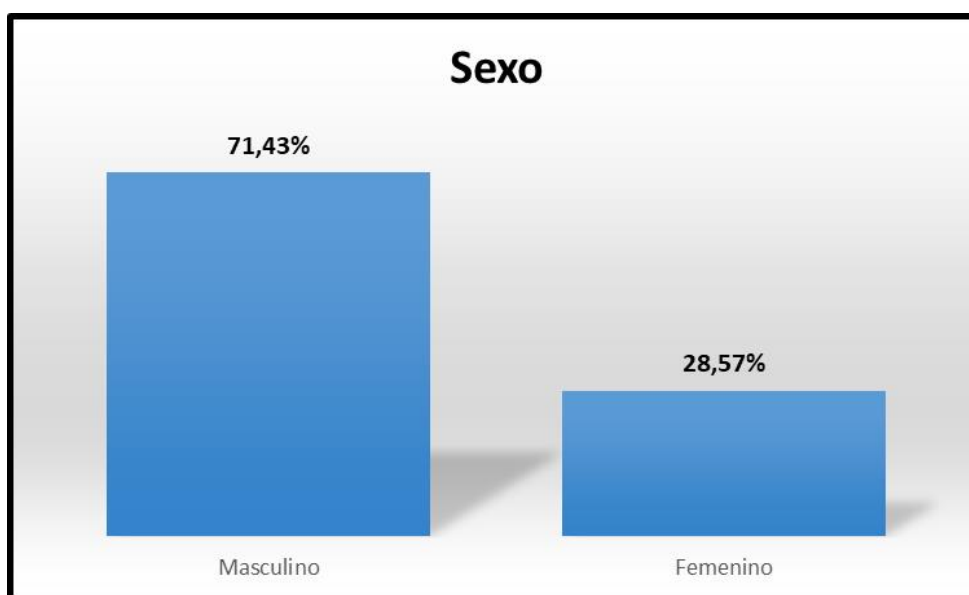
1. Datos Generales: en cuanto a sexo y edad del encuestado.
2. Preguntas específicas sobre los indicadores planteados.

##### 4.1.1. Resultados de los datos generales del encuestado

1. Sexo:

Masculino ( )

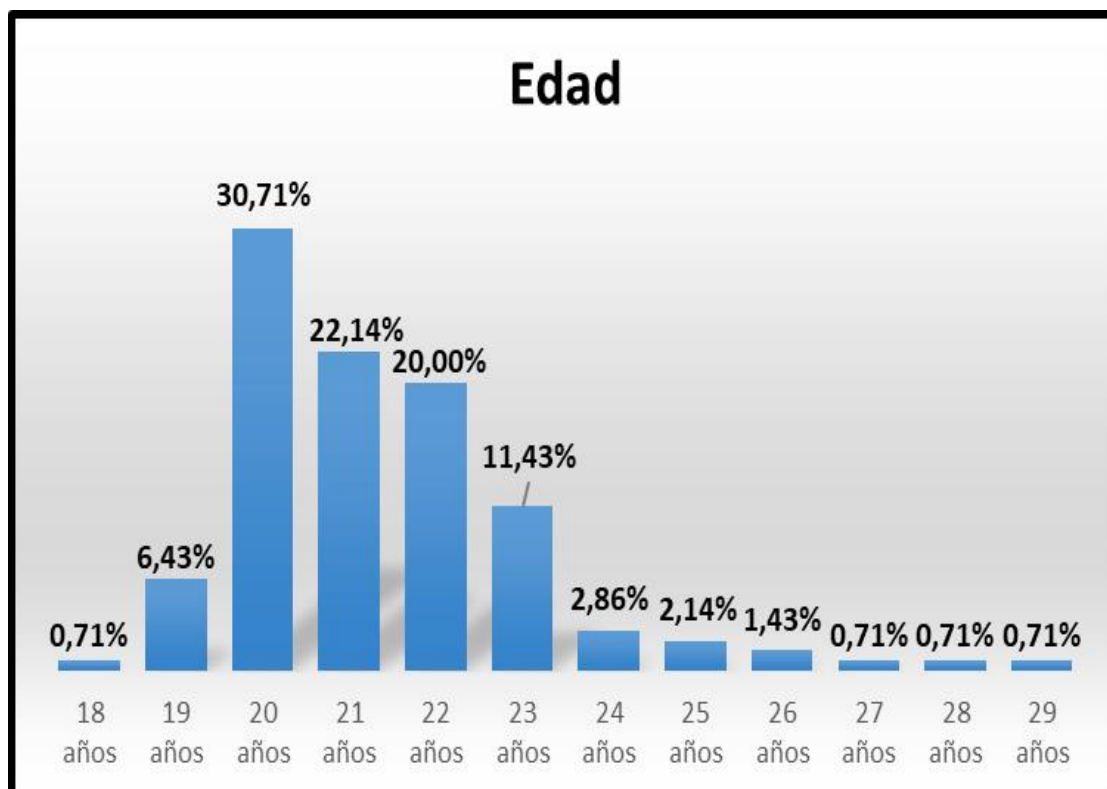
Femenino ( )



**Gráfico 1-4.** Sexo de los encuestados.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

De los estudiantes encuestados, el 71,43% son de sexo masculino y el 28,57% de sexo femenino.

2. Edad: \_\_\_\_\_



**Gráfico 2-4.** Edad de los encuestados.

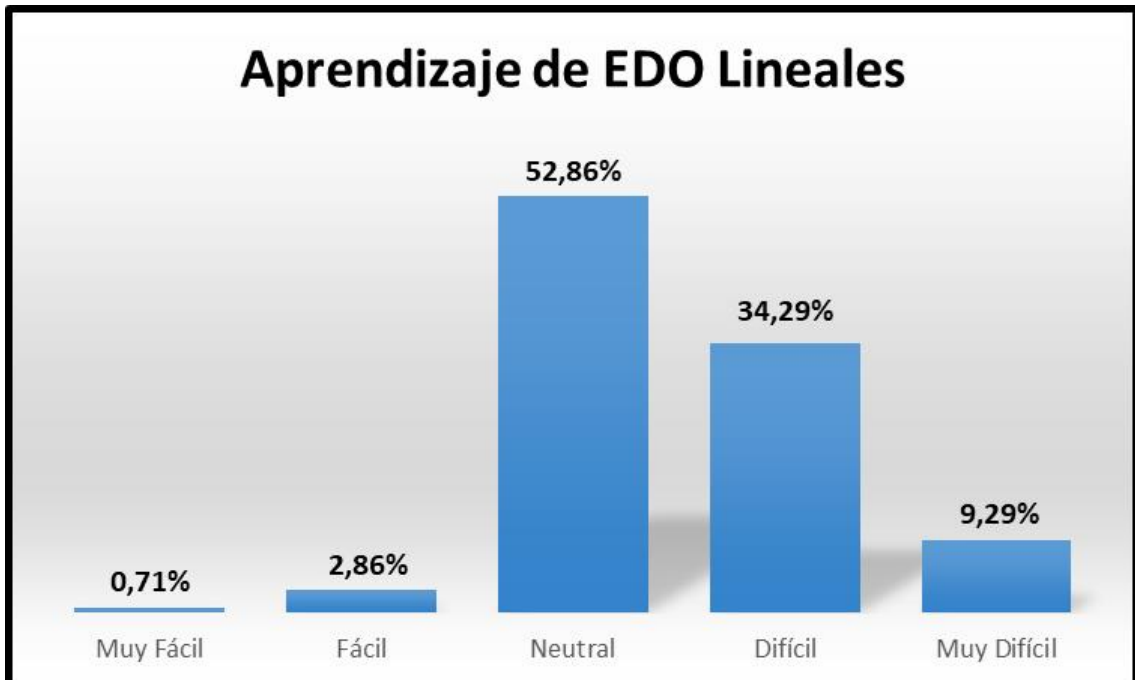
Realizado por: Bonilla, S. 2021

La edad de los encuestados está entre 18 y 29 años, siendo el mayor porcentaje de 30,71% correspondiente a los estudiantes de 20 años, seguido con un 22,14% de los de 21 años, el 20% de 22 años, 11,43% de 23 años, y en porcentajes menores los de 18, 24, 25, 26, 27, 28 y 29 años, siendo el porcentaje más bajo de 0,71% para las edades de 18, 27, 28, 29 años. La edad promedio de los estudiantes que reciben el tema de EDO Lineales es 21 años.

**4.1.2. Resultados de las preguntas específicas.**

**1. ¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema "Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales"?**

a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )



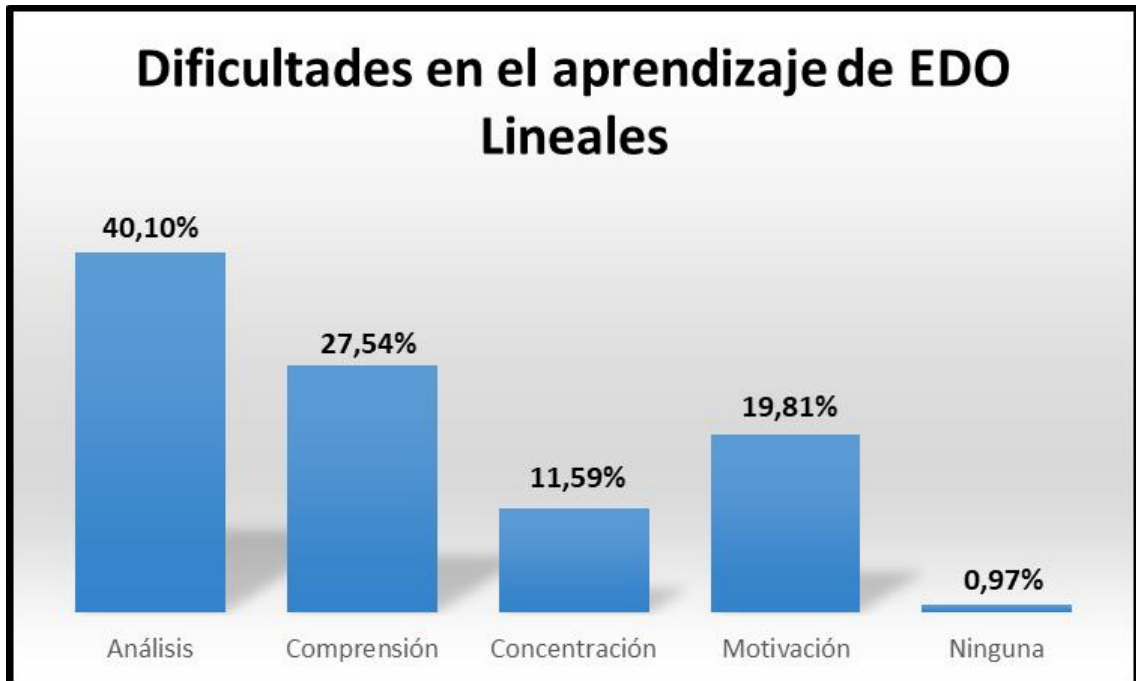
**Gráfico 3-4.** Aprendizaje de EDO Lineales.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

Apenas el 0,71% de estudiantes considera que el aprendizaje sobre el tema de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales le resulta muy fácil, muy seguido por un 2,86% que consideran que es fácil, mientras que la mayoría que representa el 52,86% manifiesta que es neutral, es decir ni fácil ni difícil, con un 34,29% se manifiestan diciendo que es difícil y un 9,29% muy difícil, lo que quiere decir que para la mayoría de los estudiantes el aprendizaje sobre el tema no es considerado fácil.

2. ¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales?

- a. Análisis ( )    b. Comprensión ( )    c. Concentración ( )    d. Motivación ( )    e. Ninguna ( )



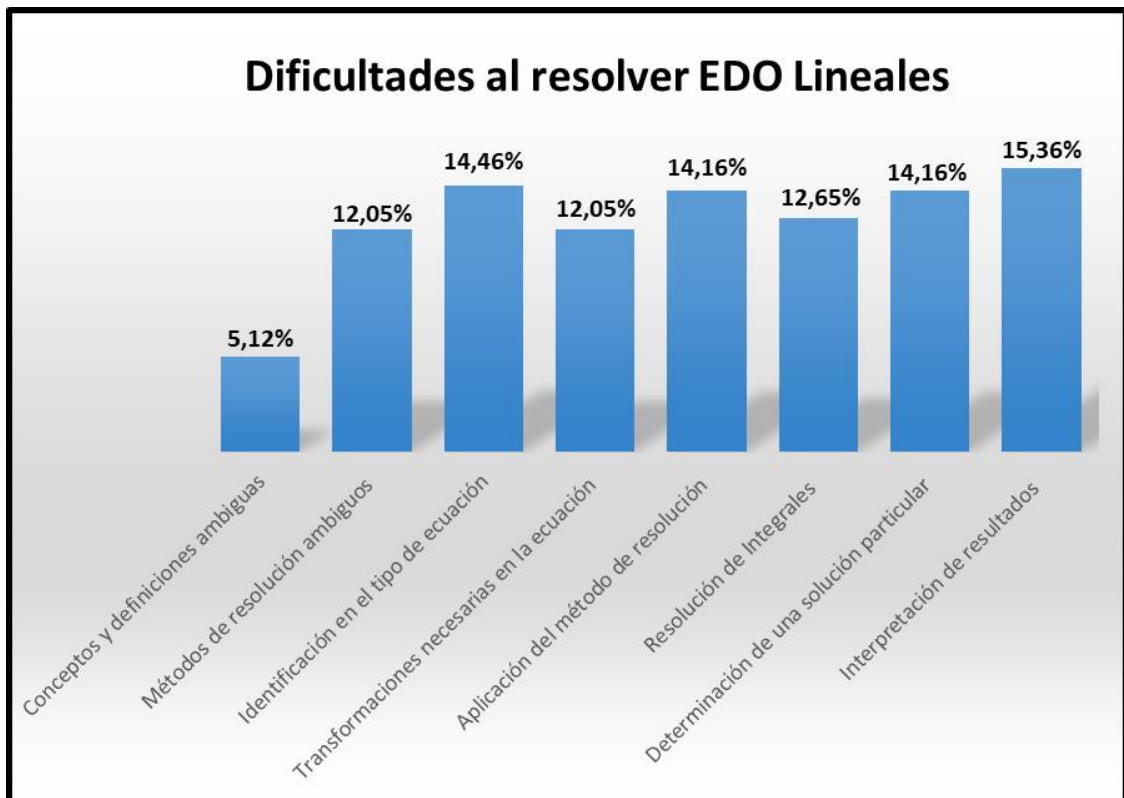
**Gráfico 4-4.** Dificultades en el aprendizaje de EDO Lineales.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

La mayor dificultad que presentan los estudiantes en el aprendizaje de EDO Lineales es en el análisis con un 40,10%, seguido de la comprensión y motivación con un 27,54% y 19,81% respectivamente, mientras que la concentración corresponde a un 11,59%, lo que indica que se necesita utilizar una estrategia didáctica que involucre al mejoramiento de estas dificultades.

**3. ¿En cuáles de los siguientes parámetros usted presenta dificultad al resolver EDO lineales?**

- a. Conceptos y definiciones ambiguas ( )
- b. Métodos de resolución ambiguos ( )
- c. Identificación en el tipo de ecuación ( )
- d. Transformaciones necesarias en la ecuación ( )
- e. Aplicación del método de resolución ( )
- f. Resolución de Integrales ( )
- g. Determinación de una solución particular ( )
- h. Interpretación de resultados ( )



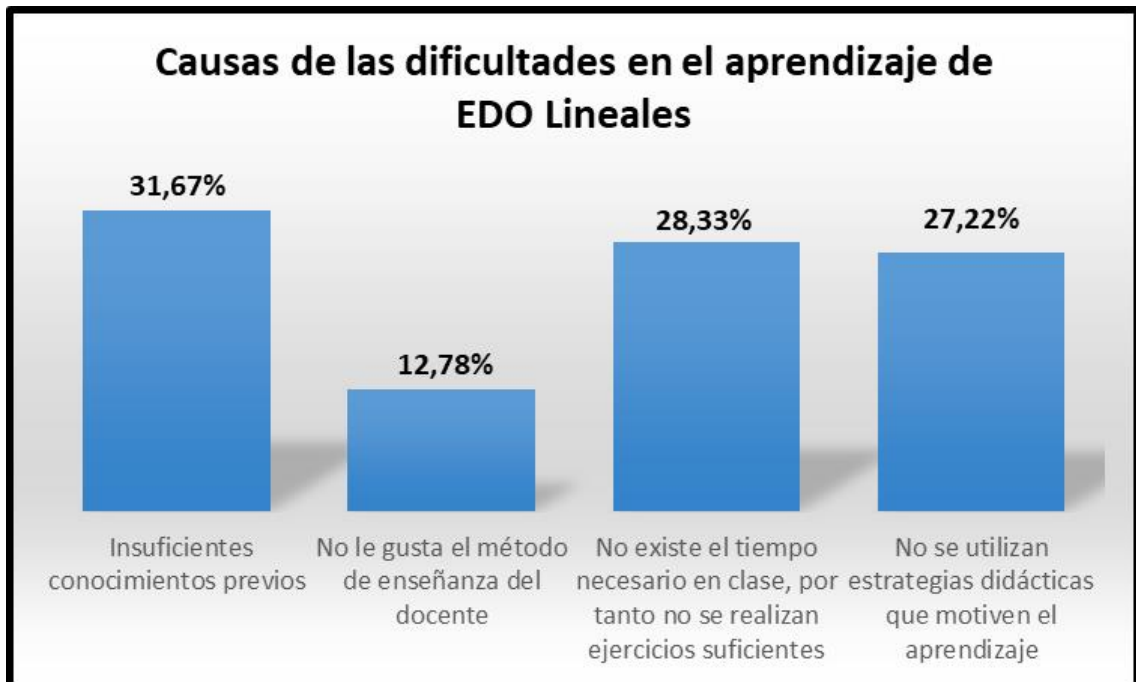
**Gráfico 5-4.** Dificultades al resolver EDO Lineales.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

Los estudiantes expresan que las mayores dificultades que tienen al resolver EDO Lineales son interpretación de resultados e identificación en el tipo de ecuación con un 15,36% y 14,46% respectivamente, seguidos de la determinación de una solución particular y aplicación del método de resolución con el mismo valor de 14,16%, así como también la resolución de integrales con un 12,65%, el 12,05% representa a los métodos de resolución ambiguos y las transformaciones necesarias en la ecuación, lo que indica que se debe plantear una estrategia didáctica que elimine todas o algunas de las dificultades encontradas.

**4. ¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje de EDO lineales, lo atribuye a?**

- a. Insuficientes conocimientos previos
- b. No le gusta el método de enseñanza del docente
- c. No existe el tiempo necesario en clase, por tanto no se realizan ejercicios suficientes
- d. No se utilizan estrategias didácticas que motiven el aprendizaje



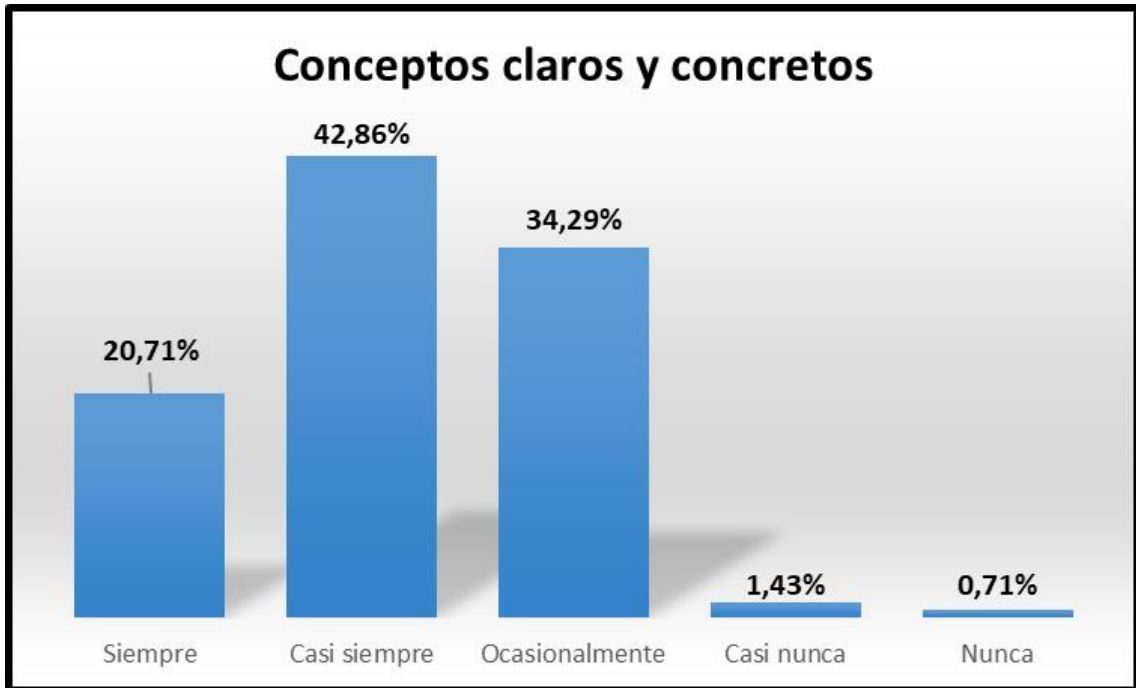
**Gráfico 6-4.** Causas de las dificultades en el aprendizaje de EDO Lineales.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

Los estudiantes consideran que los insuficientes conocimientos previos que poseen es la causa principal por la cual tienen dificultades en el aprendizaje de EDO Lineales, ésta ocupa el 31,67%, con un 28,33% la escasa realización de ejercicios en clase debido al corto tiempo es la segunda causa considerada, muy seguida de que no se utilizan estrategias didácticas que motiven el aprendizaje con un 27,22%. Lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias didácticas que motiven a los estudiantes, a su vez que permitan optimizar el tiempo en clase y facilite a que los estudiantes puedan realizar de manera autónoma ejercicios que fortalezcan el aprendizaje.

5. ¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema de EDO lineales son claros y concretos?

- a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )

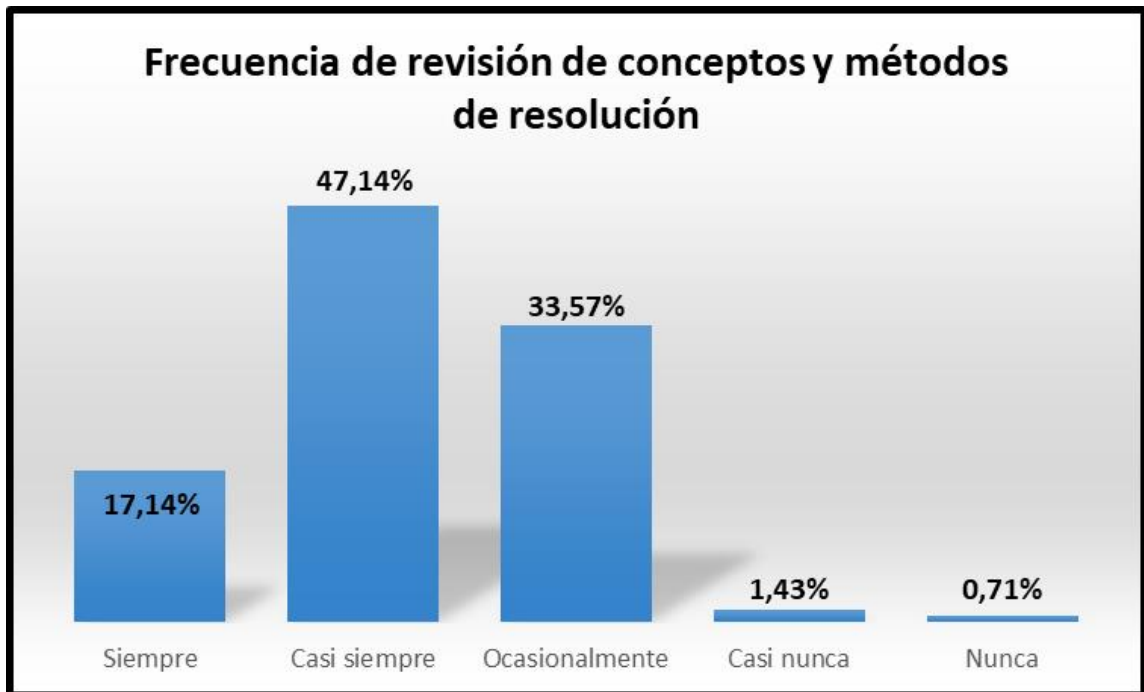


**Gráfico 7-4.** Frecuencia con que los conceptos presentados son claros y concretos.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

De acuerdo con los resultados obtenidos, observa que los conceptos y definiciones en el tema de EDO Lineales son claros y concretos ya que un 42,86% manifiesta que casi siempre, un 34,29% ocasionalmente y un 20,71% siempre. Lo que permite concluir que lo referente a conceptos no es un problema en el aprendizaje.

6. ¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución de EDO lineales?

a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )



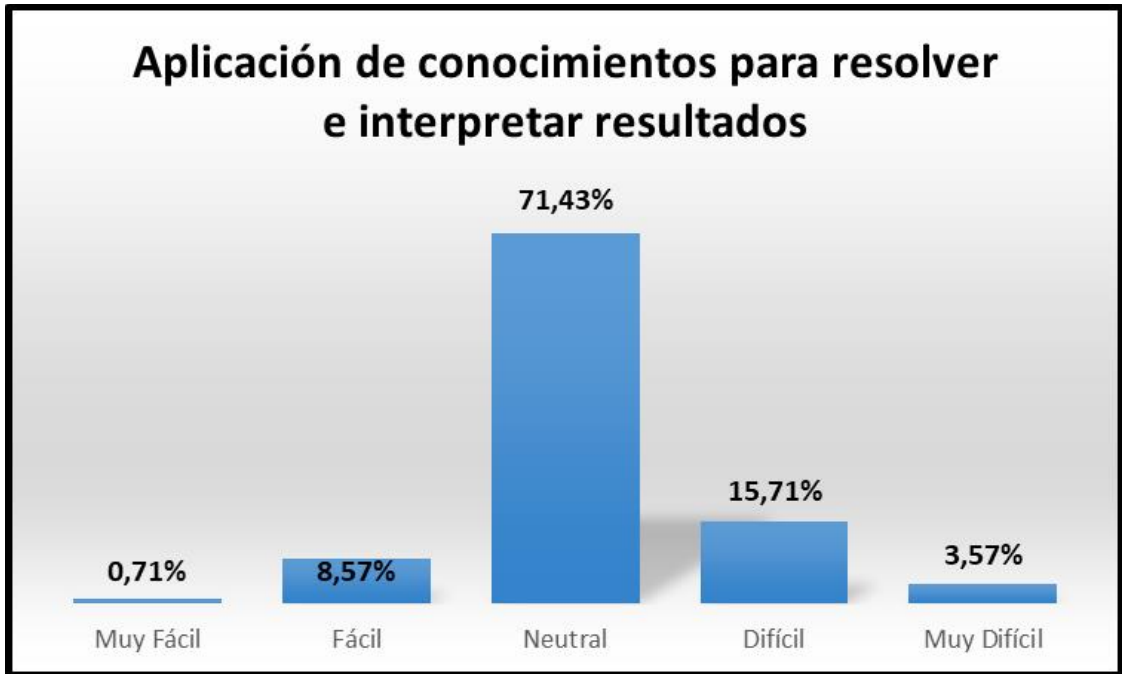
**Gráfico 8-4.** Frecuencia de revisión de conceptos y métodos de resolución.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 47,14% de los encuestados manifiestan que casi siempre revisan los conceptos y métodos de resolución, el 33,57% ocasionalmente y el 17,14% siempre, apenas un 1,43% casi nunca lo revisan y un 0,71% nunca.



7. ¿Con qué facilidad aplica los conocimientos de EDO lineales para su resolución e interpretación de resultados?

- a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )

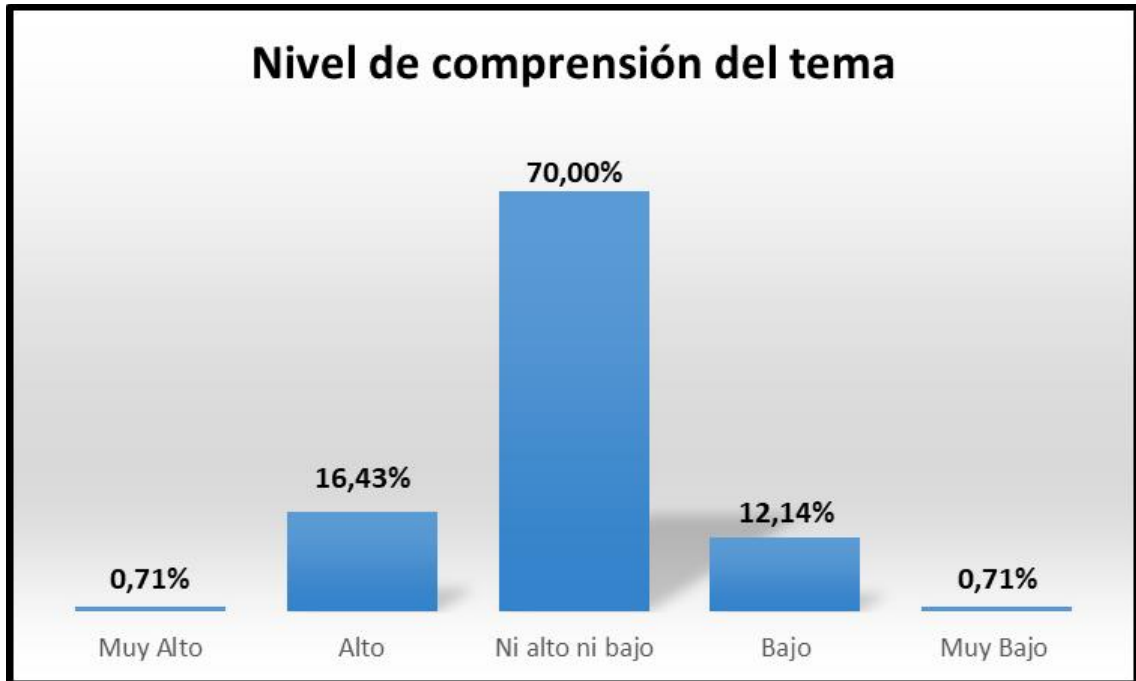


**Gráfico 9-4.** Nivel de aplicación de conocimientos para resolver e interpretar resultados.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 3,57% de los alumnos manifiestan que les resulta muy difícil aplicar los conocimientos para poder resolver las EDO Lineales así como también interpretar los resultados, para el 15,71% es difícil, pero la mayoría que representa el 71,43% dice que es neutral, apenas para un 0,71% es muy fácil y para un 8,57% es fácil. Estos resultados indican que se debe trabajar con alguna estrategia didáctica que les permita mejorar sus conocimientos para poder resolver EDO Lineales e interpretar sus resultados.

**8. ¿Su nivel de comprensión del tema es?**

- a. Muy bajo ( )      b. Bajo ( )      c. Ni bajo ni alto ( )      d. Alto ( )      e. Muy Alto ( )



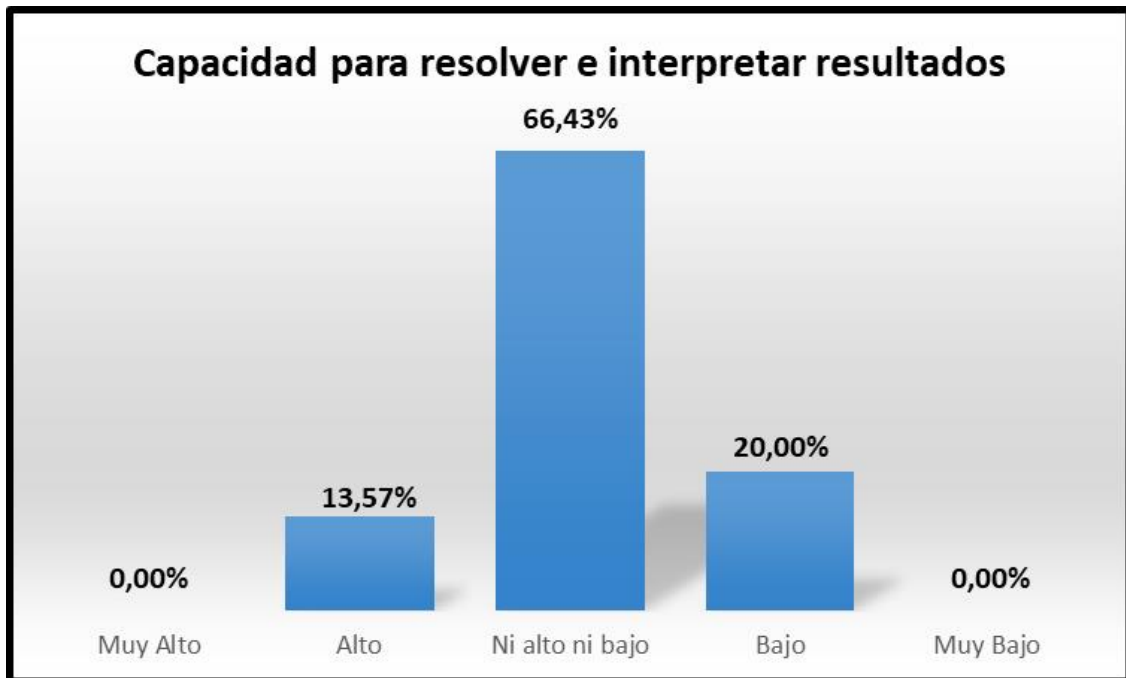
**Gráfico 10-4.** Nivel de comprensión del tema.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 70% de los estudiantes encuestados expresan que su nivel de comprensión del tema de EDO Lineales no es ni alto ni bajo, el 16,43% indican q es alto, el 12,14% bajo, y el 0,71% dicen q es muy bajo y muy alto. La mayoría de estudiantes manifiestan su posición ante la comprensión del tema como neutral lo que corrobora los resultados de la pregunta anterior en la que se indica de igual manera como mayoritaria la posición neutral ante la aplicación de conocimientos para resolver e interpretar resultados.

**9. ¿Su capacidad para resolver EDO lineales e interpretar sus resultados es?**

- a. Muy baja ( )      b. Baja ( )      c. Ni baja ni alta ( )      d. Alta ( )  
e. Muy Alto ( )



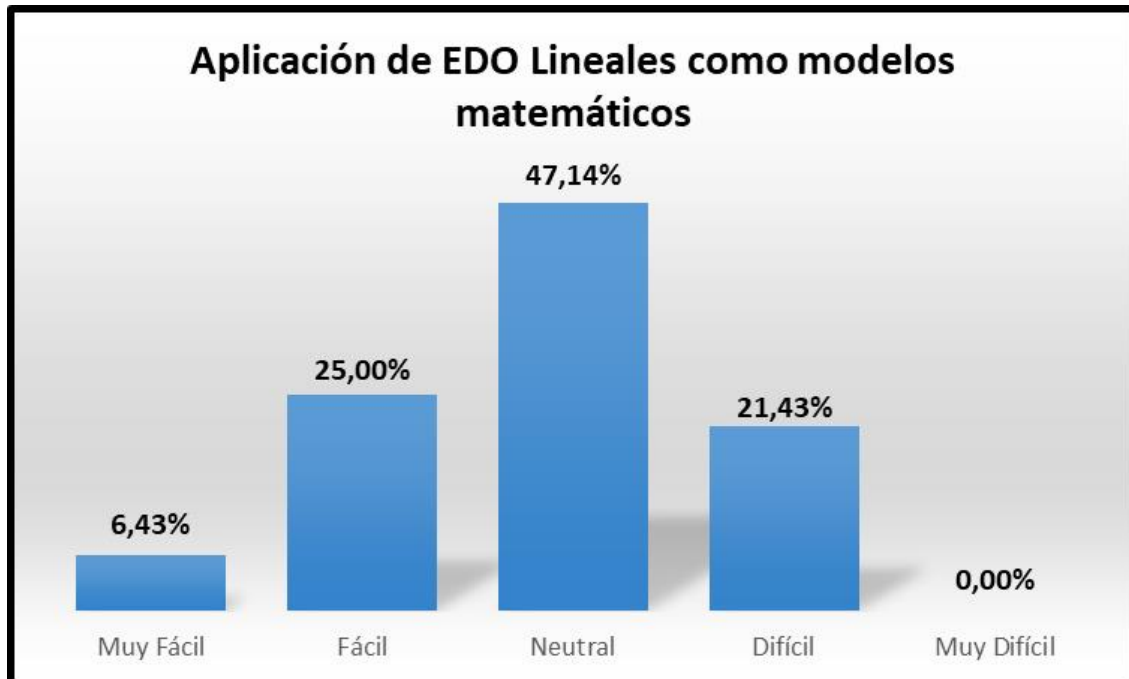
**Gráfico 11-4.** Capacidad para resolver e interpretar resultados.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 66,43% de los estudiantes encuestados manifiestan que su capacidad para resolver EDO Lineales e interpretar resultados no es ni alto ni bajo, el 20% indican q es bajo, el 13,57% alto, ningún estudiante expresa que su capacidad sea muy alta o muy baja. La mayoría de estudiantes manifiestan su posición ante la capacidad para resolver e interpretar resultados como neutral, lo que corrobora los resultados de preguntas anteriores en las cuales la mayoría se manifiesta como neutral ante la ante la aplicación de conocimientos para resolver e interpretar resultados, así como también el nivel de comprensión del tema.

10. ¿Con qué facilidad le resulta aplicar las EDO lineales como modelos matemáticos e interpretar sus resultados?

- a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )



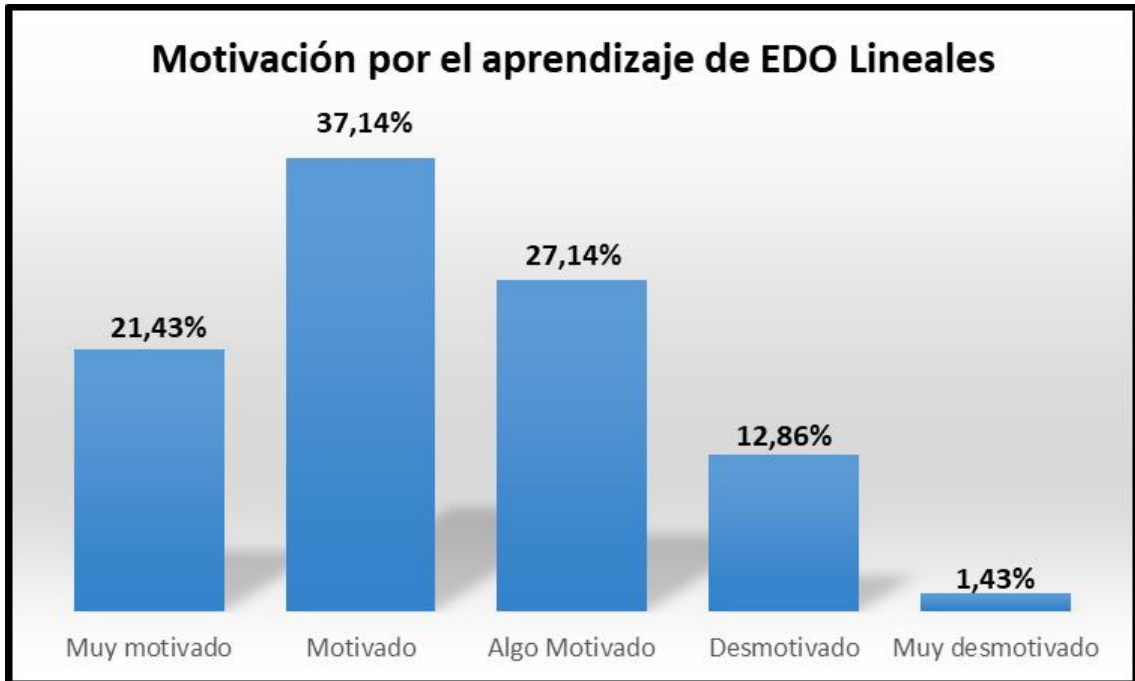
**Gráfico 12-4.** Aplicación de EDO Lineales como modelos matemáticos.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

Ante la aplicación de las EDO Lineales como modelos matemáticos, la mayoría de estudiantes que representan el 47,14% manifiestan su posición neutral, el 25% dicen que es fácil, el 21,43% difícil y el 6,43% muy fácil, lo que permite concluir que se debe reforzar el tema de modelos matemáticos para a todos les resulte fácil la aplicación.

**11. ¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de EDO lineales?**

- a. Muy desmotivado ( )    b. Desmotivado ( )    c. Algo motivado( )    d. Motivado ( )    e. Muy Motivado( )



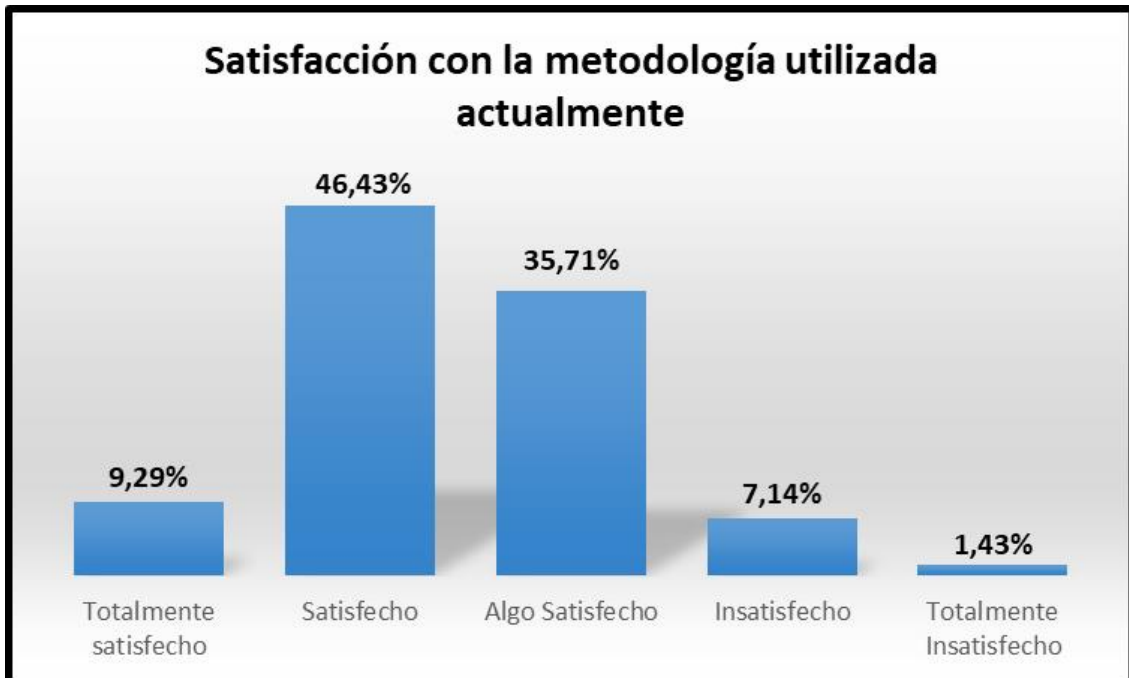
**Gráfico 13-4.** Motivación por el aprendizaje de EDO Lineales.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 37,14% manifiestan que se sienten muy motivados por el aprendizaje de EDO Lineales, el 27,14% algo motivados, el 21,43% muy motivados, el 12,86% desmotivados y apenas el 1,43% muy desmotivados. Estos resultados son muy positivos pues indica la predisposición de los estudiantes por aprender sobre el tema, sin embargo, se debe conseguir la motivación de todos, para ello se debe buscar las herramientas didácticas adecuadas.

**12. ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de EDO lineales?**

- a. Totalmente insatisfecho ( )    b. Insatisfecho ( )    c. Algo satisfecho( )    d. Satisfecho ( )  
e. Totalmente Satisfecho( )



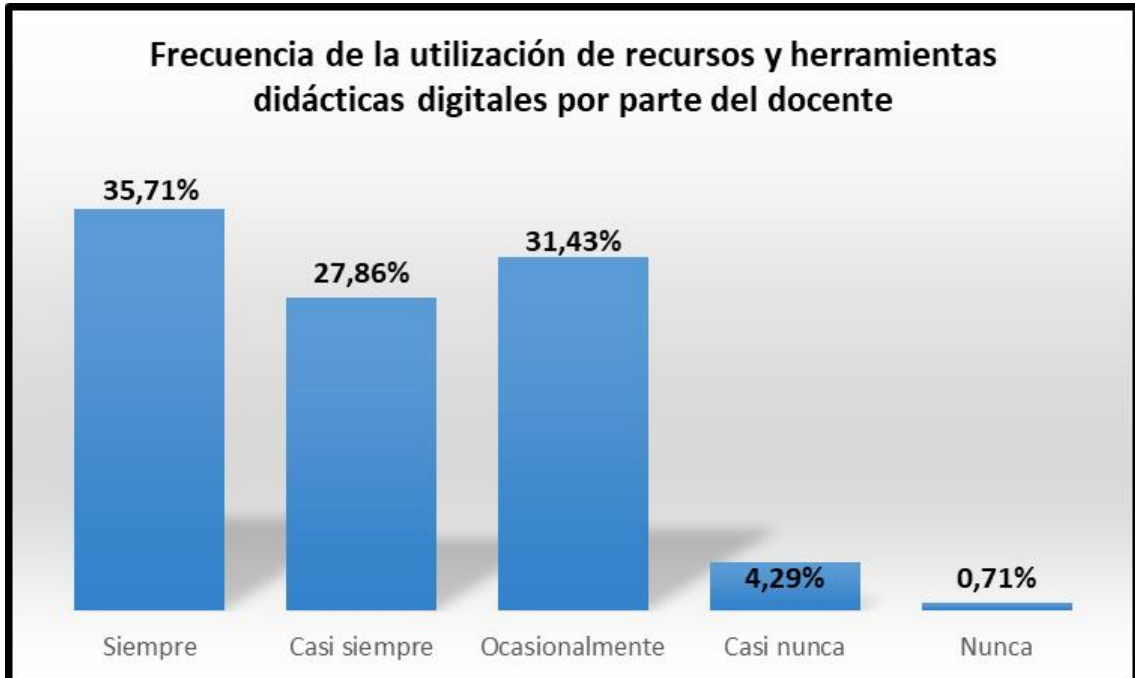
**Gráfico 14-4.** Satisfacción con la metodología utilizada actualmente.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 46,43% de los estudiantes expresan que se encuentran satisfechos con la metodología utilizada actualmente, el 35,71% algo satisfecho, el 9,29% totalmente satisfecho, el 7,14% insatisfecho y el 1,43% totalmente insatisfecho, lo que indica que en su mayoría están satisfechos con la metodología, sin embargo para conseguir que todos los estudiantes estén satisfechos se debe trabajar con nuevas herramientas y estrategias didácticas.

**13. ¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de EDO lineales?**

- a. Nunca ( )   b. Casi nunca ( )   c. Ocasionalmente ( )   d. Casi Siempre ( )   e. Siempre ( )

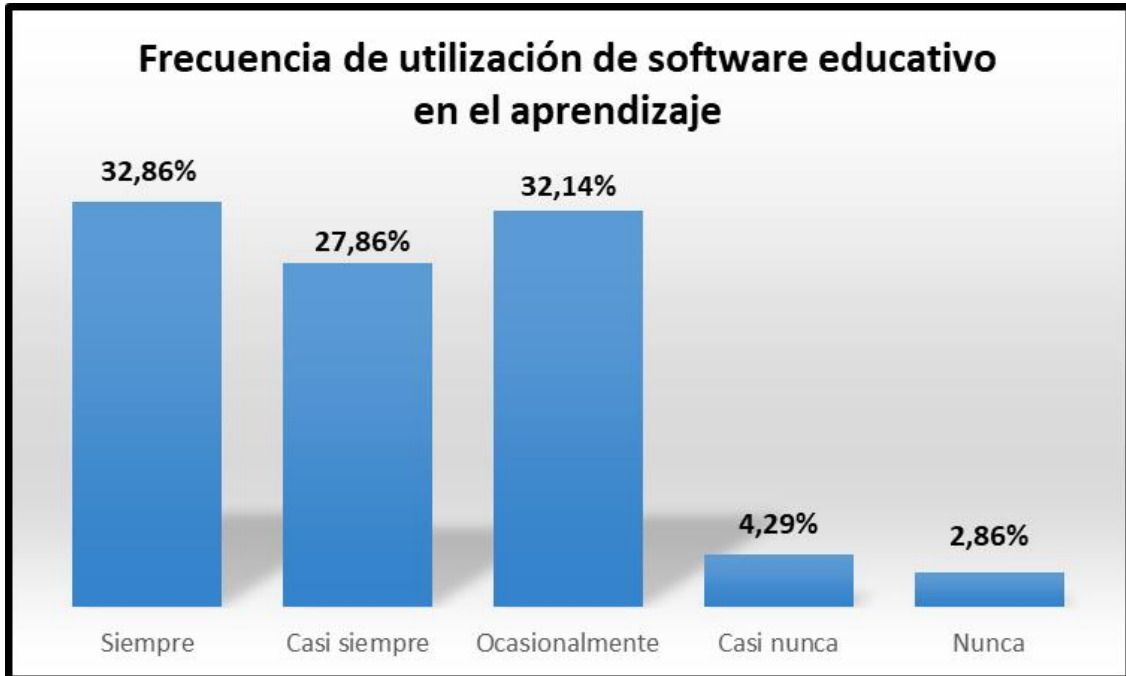


**Gráfico 15-4.** Frecuencia de uso de recursos y herramientas didácticas digitales por el docente.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 35,71% de estudiantes manifiestan que el docente siempre utiliza recursos y herramientas didácticas digitales, el 27,86% dice que casi siempre, el 31,43% ocasionalmente y en menores porcentajes 4,29% y 0,71% expresan que casi nunca y nunca respectivamente. Estos resultados son positivos, ya que indican que los estudiantes están familiarizados con los recursos y herramientas didácticas digitales.

**14. ¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de EDO lineales?**

- a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )



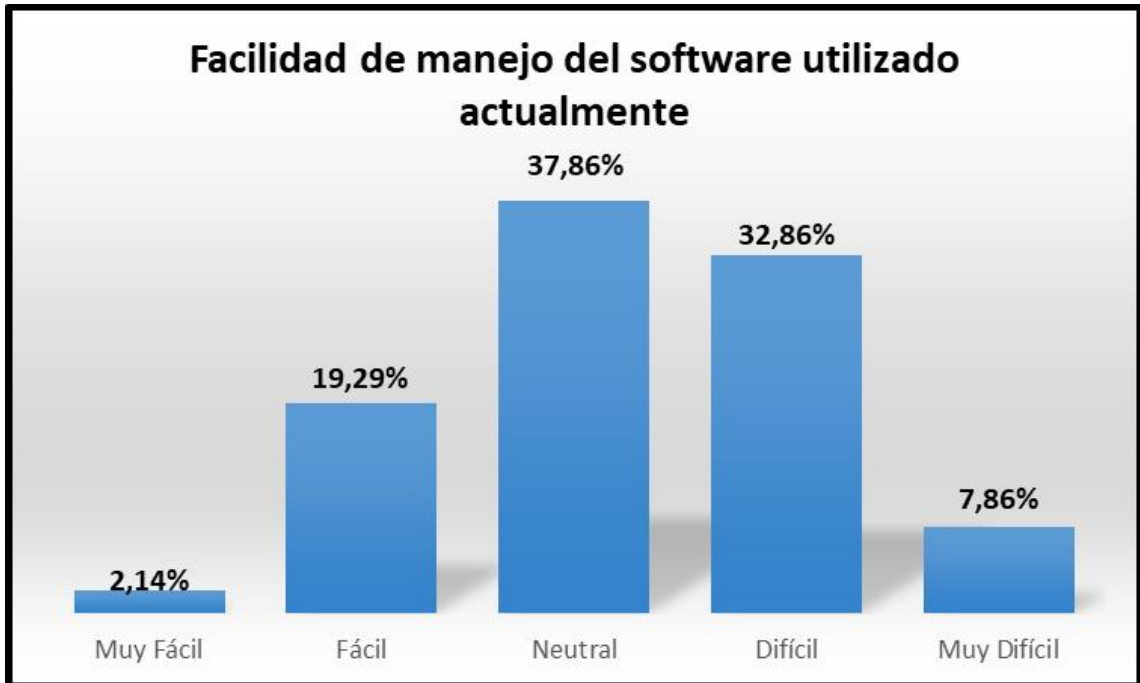
**Gráfico 16-4.** Frecuencia de utilización de software educativo en el aprendizaje.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 32,86% de los estudiantes manifiestan que el docente siempre utiliza un software para el aprendizaje de EDO Lineales, el 27,86% casi siempre, el 32,14% ocasionalmente, el 4,29% casi nunca y el 2,86% nunca. Estos resultados se deben a que en la Facultad de Mecánica existen 4 docentes diferentes para cada una de las escuelas, y pues no todos los 4 docentes utilizan o no un software en su asignatura, además que estos resultados indican que en el caso de que no se utilice un software en el aprendizaje resulta conveniente utilizarlo, y en el caso de quienes ya lo utilizan resulta utilizar un software con mejores características para alcanzar los logros de aprendizaje planteados.



15. ¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de EDO lineales es?

- a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )



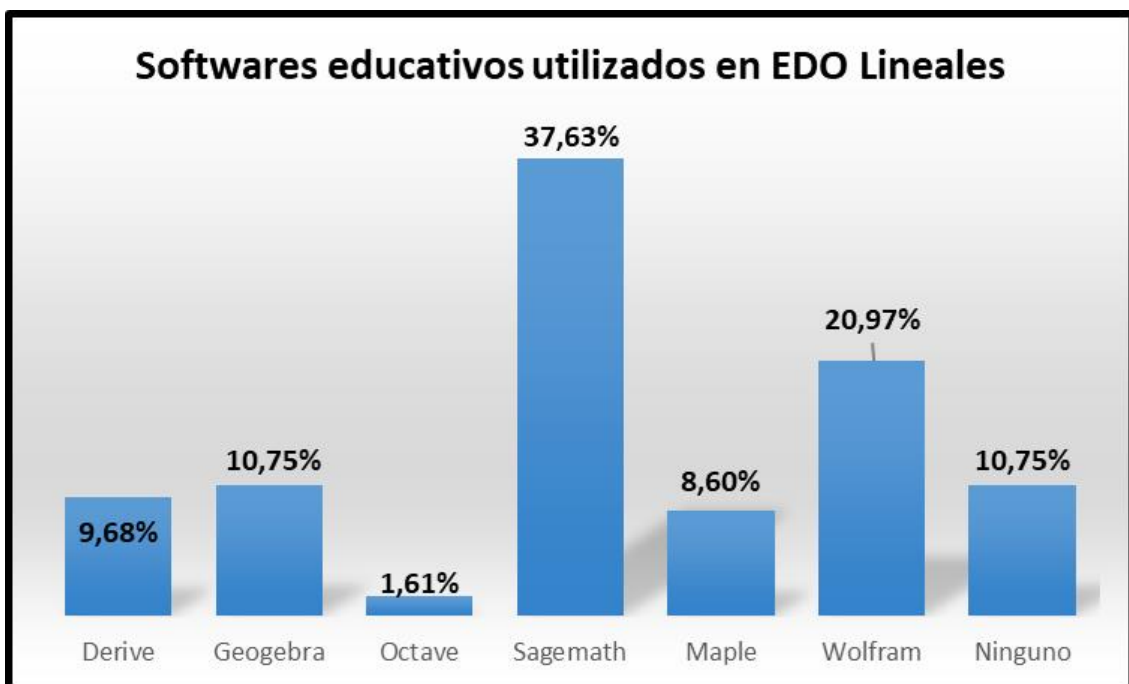
**Gráfico 17-4.** Facilidad de manejo del software utilizado actualmente.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 7,86% de los estudiantes manifiestan que el manejo del software utilizado actualmente es muy difícil, el 32,86% difícil, el 37,86% neutral, el 19,29% fácil y apenas el 2,14% muy fácil. Estos resultados muestran que para la mayoría de los estudiantes resulta difícil el manejo del software utilizado, lo cual induce a que el software a utilizarse en la estrategia didáctica debe ser de fácil manejo para los estudiantes.

16. ¿Cuál de los siguientes softwares educativos matemáticos ha utilizado en la resolución de EDO lineales?

- a. Derive
- b. Geogebra
- c. Octave
- d. Sagemath
- e. Maple
- f. Wolfram
- g. Ninguno

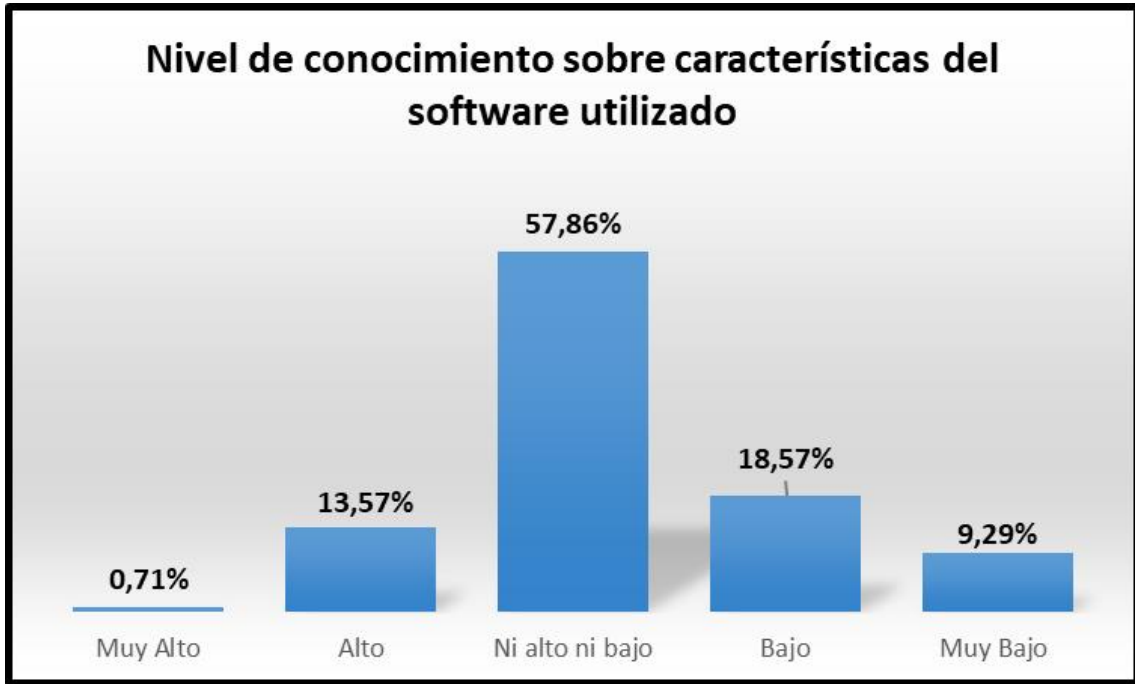


**Gráfico 18-4.** Softwares educativos utilizados en EDO Lineales.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

Los resultados muestran que los softwares más utilizados por los estudiantes para la resolución de EDO Lineales son: Sagemath, y Wolfram con un porcentaje de uso del 37,63% y 20,97% respectivamente, mientras que GeoGebra tiene el 10,75%, con el mismo porcentaje los estudiantes que no utilizan software alguno. Lo cual nos muestra que los softwares más utilizados son aquellos en que los estudiantes indican que su manejo es difícil.

17. ¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver EDO lineales es?

- a. Muy bajo ( )      b. Bajo ( )      c. Ni bajo ni alto ( )      d. Alto ( )  
e. Muy alto ( )



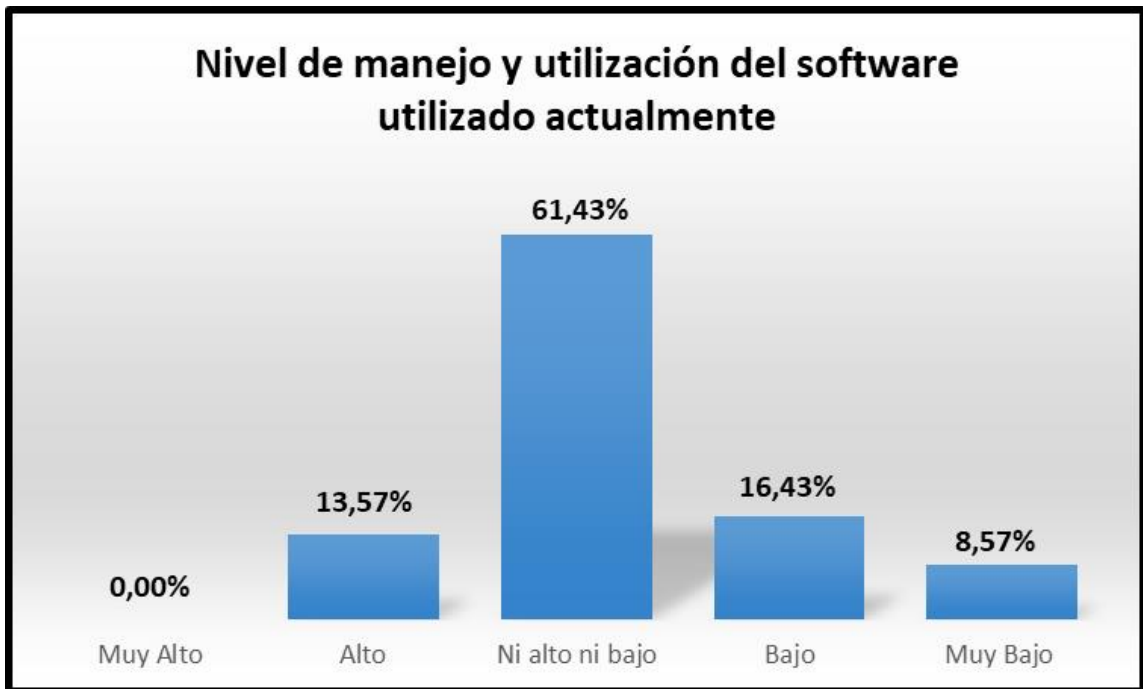
**Gráfico 19-4.** Nivel de conocimiento sobre características del software utilizado.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

En cuanto al nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado el 9,29% expresan que es muy bajo, el 18,57% bajo, el 57,86% ni alto ni bajo, el 13,57% alto y apenas el 0,71% muy alto, lo que nos indica que es importante que los estudiantes conozcan las características del software a utilizar en la estrategia didáctica con el fin de que obtengan el mayor provecho en su aprendizaje.

18. ¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver EDO lineales es?

- a. Muy bajo ( )    b. Bajo ( )    c. Ni bajo ni alto ( )    d. Alto ( )    e. Muy alto ( )

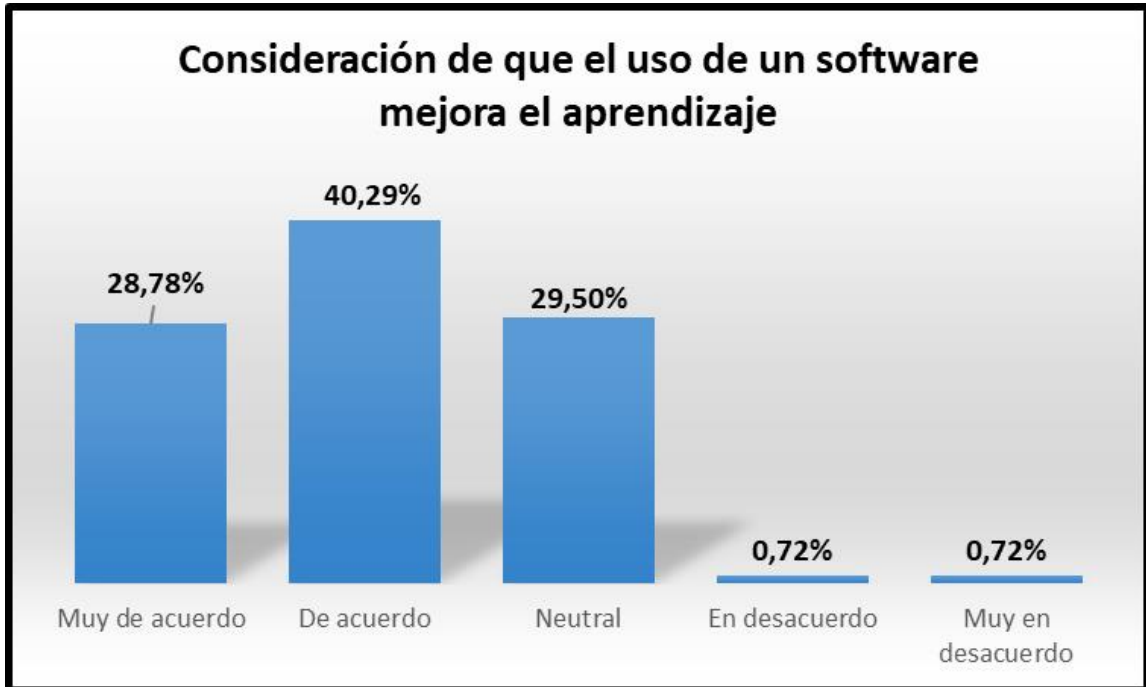


**Gráfico 20-4.** Nivel de manejo y utilización del software utilizado actualmente.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

En cuanto al nivel de manejo y utilización del software utilizado actualmente, el 8,57% expresan que es muy bajo, el 16,43% bajo, el 61,43% ni alto ni bajo y el 13,57% alto, se observa que la mayoría tiene un nivel bajo, lo que corrobora respuestas anteriores en las que se indica que el software es difícil y que los conocimientos sobre el mismo son bajos.

**19. ¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje de EDO lineales?**

- a. Muy en desacuerdo ( )    b. En desacuerdo ( )    c. Neutral( )    d. De acuerdo ( )  
e. Muy de acuerdo( )

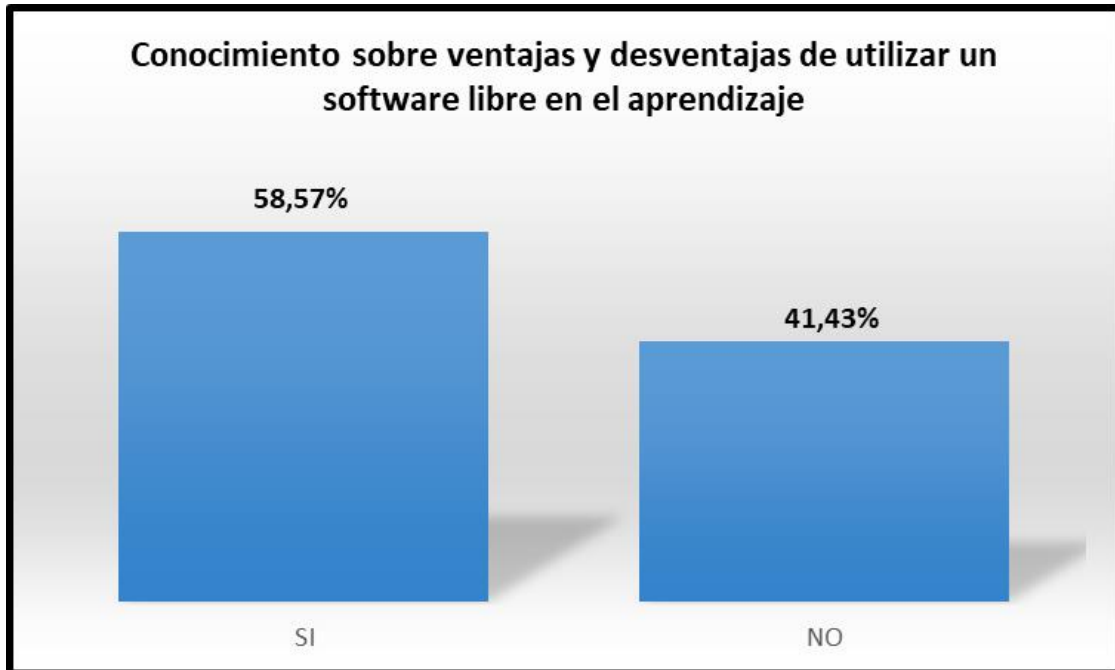


**Gráfico 21-4.** Consideración de que el uso de un software mejora el aprendizaje.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 28,78% de los estudiantes están muy de acuerdo en que el uso de un software mejora el aprendizaje, el 40,29% de acuerdo, el 29,50% neutral, y apenas un 0,72% en desacuerdo, estos resultados son positivos porque indican la predisposición que tienen los estudiantes para aceptar un software como estrategia didáctica para la mejora del aprendizaje.

20. ¿Conoce las ventajas y desventajas de usar un Software Libre, para el proceso de enseñanza-aprendizaje de EDO lineales?

- a. Si ( )
- b. No ( )



**Gráfico 22-4.** Conocimiento de ventajas y desventajas de usar un software en el aprendizaje.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 58,57% de los estudiantes manifiestan que si conocen las ventajas y desventajas de utilizar un software libre en el aprendizaje, lo que corrobora la pregunta anterior en la cual la mayoría de estudiantes están de acuerdo en que la utilización de un software mejora el aprendizaje.

**21. ¿Qué importancia le da a la utilización de un software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de EDO lineales?**

- a. Nada importante( )    b. Poco importante( )    c. Algo Importante( )    d. Importante( )    e. Muy importante( )

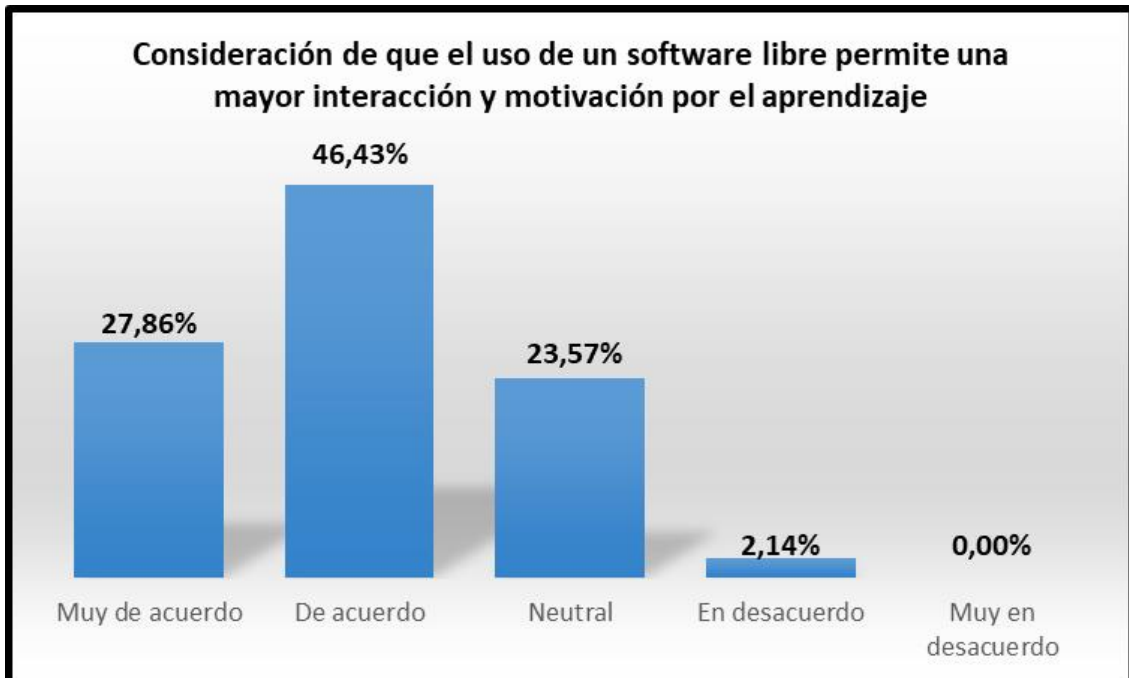


**Gráfico 23-4.** Importancia del uso de un software como estrategia didáctica en el aprendizaje.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 26,43% de encuestados consideran muy importante la utilización de un software libre como estrategia didáctica en el aprendizaje, el 50% importante, el 20% algo importante, el 2,14% poco importante y el 1,43% nada importante. Lo que resulta positivo para cumplir con el objetivo general de esta investigación ya que existe una predisposición de aceptación por parte de los estudiantes.

**22. ¿Considera usted que la utilización de un software libre permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?**

- a. Muy en desacuerdo ( )    b. En desacuerdo ( )    c. Neutral( )    d. De acuerdo ( )    e. Muy de acuerdo( )



**Gráfico 24-4.** Aceptación de que un software permite una mayor interacción y motivación en el aprendizaje.

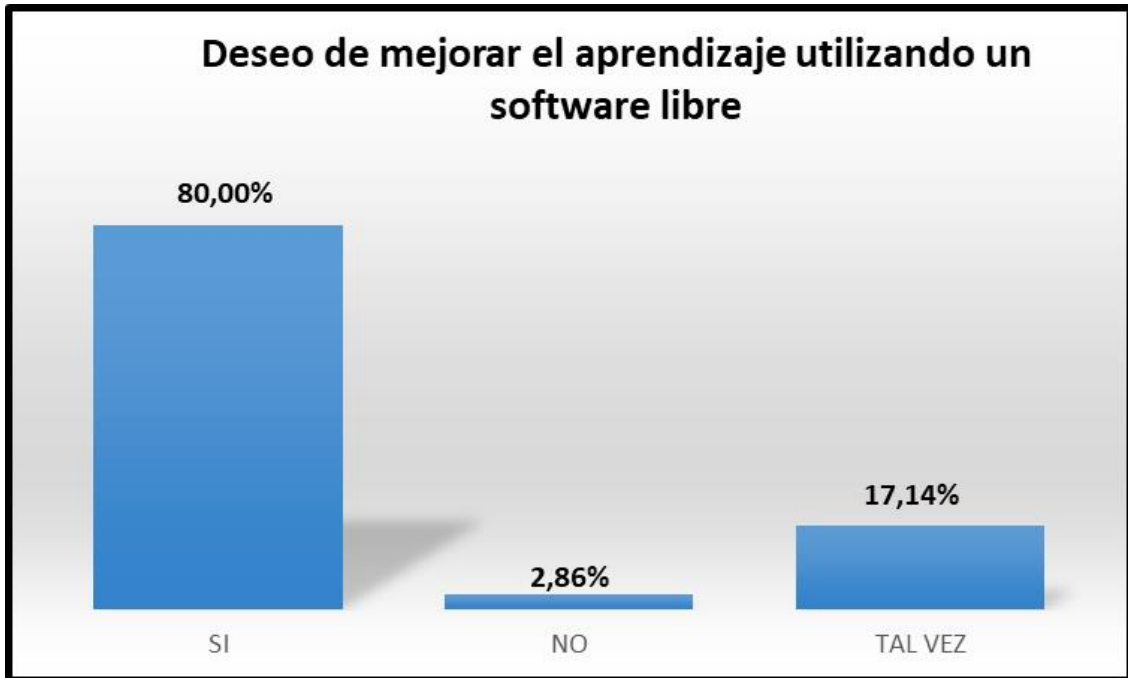
Realizado por: Bonilla, S. 2021

Respecta a que el uso de un software libre permite una mayor interacción y motivación por el aprendizaje el 27,86% están muy de acuerdo, el 46,43% de acuerdo, el 23,57% neutral, el 2,14% en desacuerdo y ninguno está muy en desacuerdo, estos resultados indican que existirá la factibilidad para implementar la estrategia didáctica pues como ellos lo mencionan un software conduce a la motivación por el aprendizaje.



23. ¿Le gustaría mejorar su aprendizaje de EDO lineales mediante la utilización de un software libre?

- a. Si ( )
- b. No ( )
- c. Talvez ( )

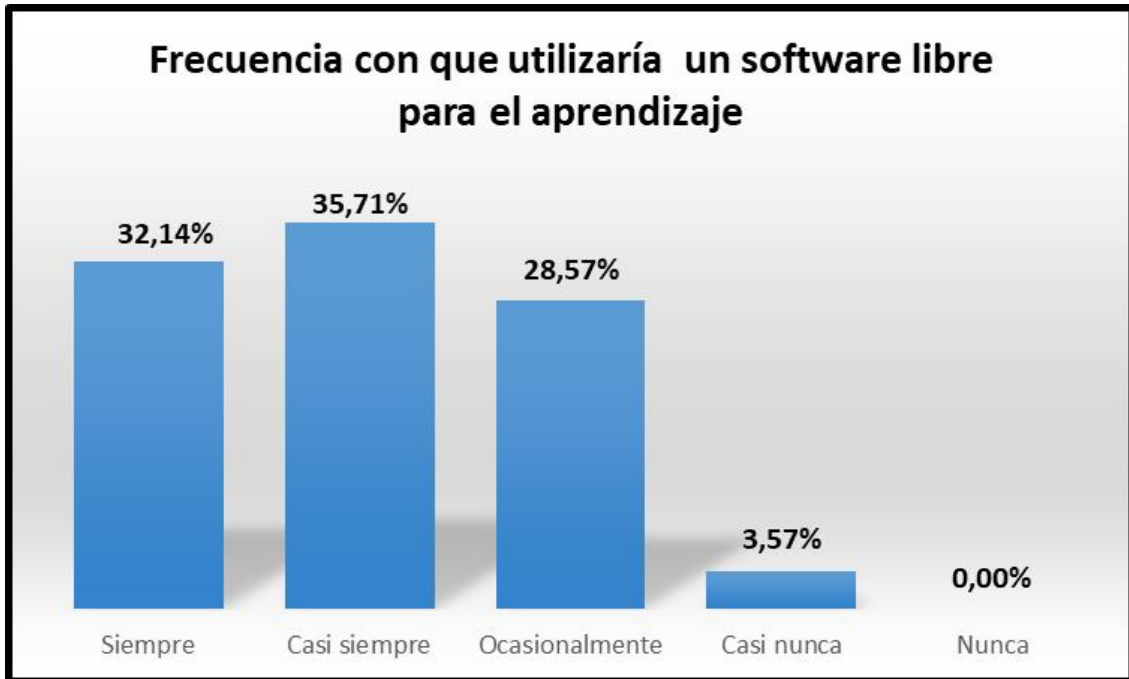


**Gráfico 25-4.** Deseo de mejorar el aprendizaje utilizando un software libre.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 80% de los estudiantes manifiestan que, si desean mejorar el aprendizaje utilizando un software libre, un 17,14% talvez y apenas un 2,86% no lo desean. Estos resultados son positivos dentro de la investigación pues existe una predisposición para aceptar el software libre propuesto como estrategia didáctica.

24. ¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de EDO lineales?

- a. Nunca ( )    b. Casi nunca ( )    c. Ocasionalmente ( )    d. Casi Siempre ( )  
e. Siempre ( )

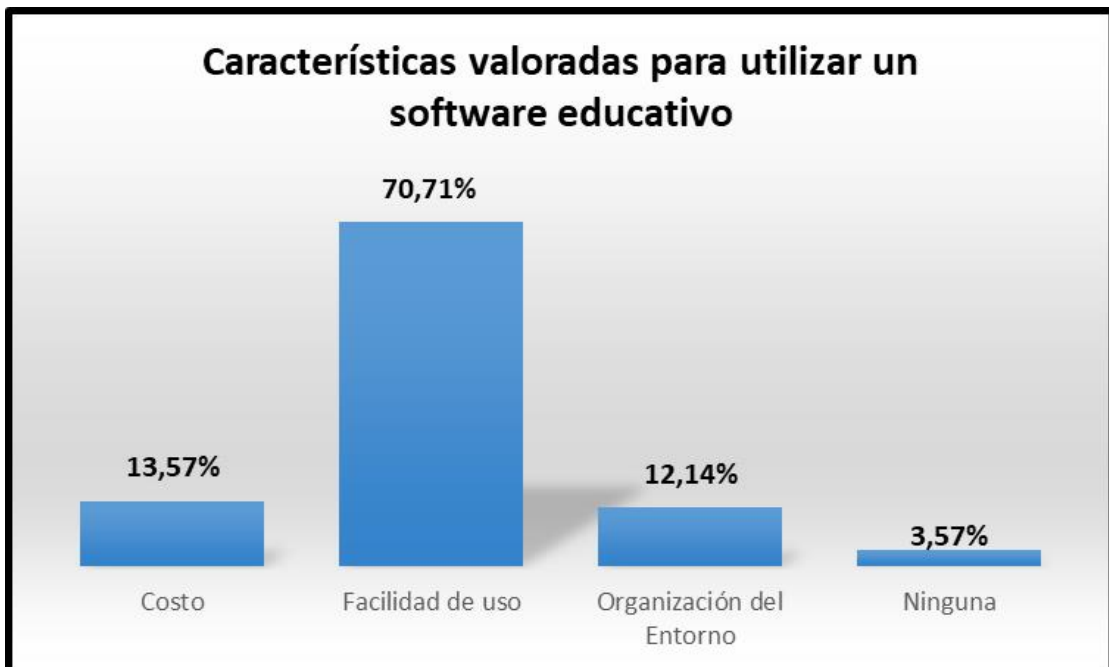


**Gráfico 26-4.** Frecuencia con que se utilizaría un software en el aprendizaje de EDO Lineales.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

El 32,14% de los encuestados expresan que siempre utilizaría un software libre para el aprendizaje, el 35,71% casi siempre, el 28,57% ocasionalmente, el 3,57% casi nunca y ninguno expresa que nunca lo utilizaría. Lo que nos indica que la estrategia didáctica a plantear será muy utilizada por los estudiantes en su aprendizaje.

**25. ¿Qué características valora en un software educativo?**

- a. Costo
- b. Facilidad de uso
- c. Organización del Entorno
- d. Ninguna



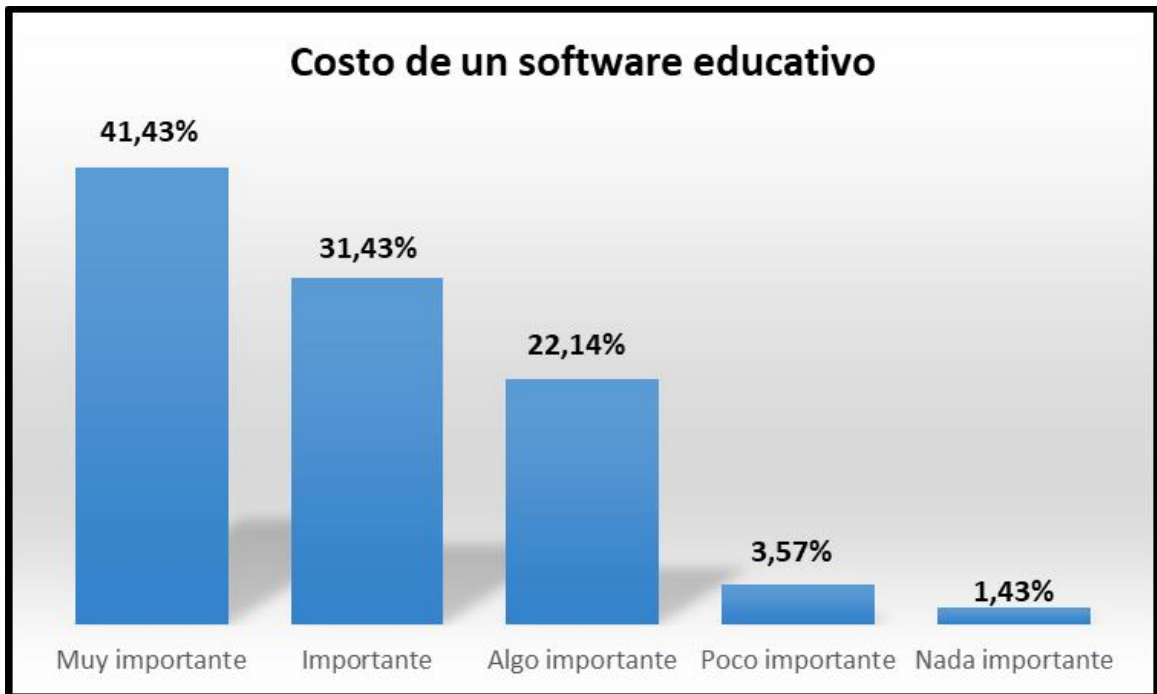
**Gráfico 27-4.** Características valoradas para utilizar un software educativo.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

La característica que los estudiantes más valoran para utilizar un software educativo es la facilidad de uso con un 70,71% de manifestación, en menor porcentaje se encuentran el costo y la organización del entorno con el 13,57% y el 12,14% respectivamente, apenas un 3,57% manifiesta que ninguna característica. Lo que indica que, al momento de seleccionar el software libre como estrategia didáctica, se debe considerar que sea de fácil manejo y utilización.

26. ¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo?

- *Costo*

- a. Muy importante ( )    b. Importante ( )    c. Algo Importante ( )    d. Poco importante ( )  
e. Nada importante ( )



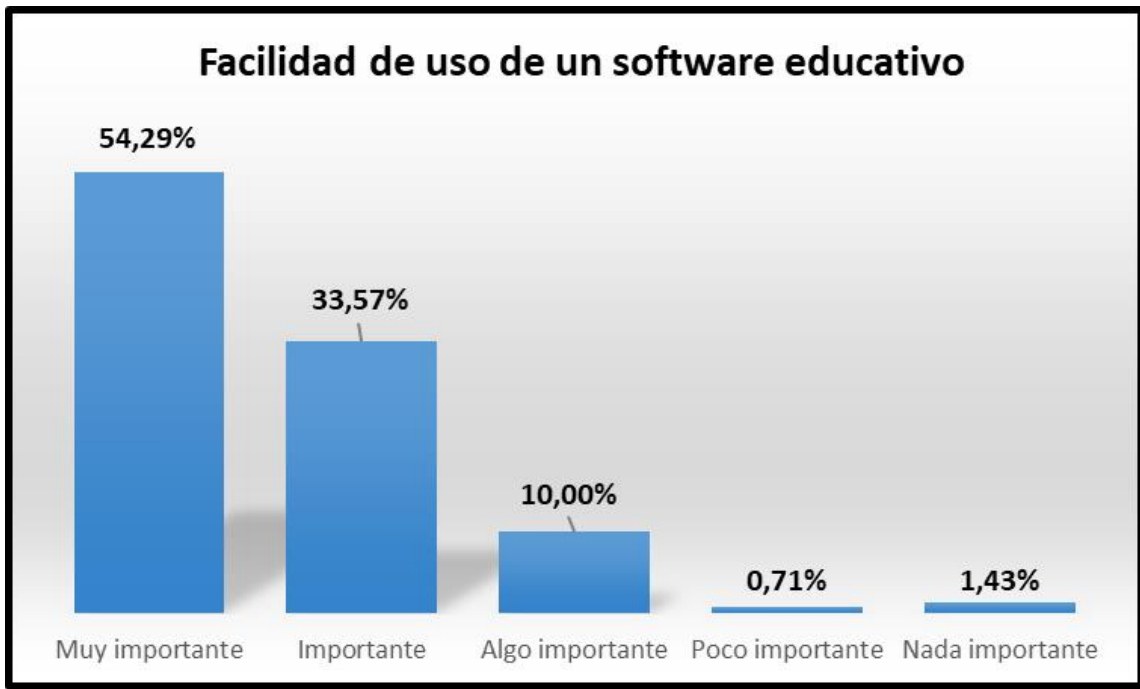
**Gráfico 28-4.** Importancia al costo de un software educativo.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

A la característica costo de un software educativo el 41,43% de los estudiantes lo consideran muy importante, el 31,43% importante, el 22,14% algo importante mientras que el 3,57% y 1,43% lo consideran poco importante y nada importante respectivamente. Por lo que al momento de seleccionar un software educativo se debe considerar que sea libre y que no dependa de una licencia.

- *Facilidad de uso*

- a. Muy importante ( )    b. Importante ( )    c. Algo Importante ( )    d. Poco importante ( )  
e. Nada importante ( )



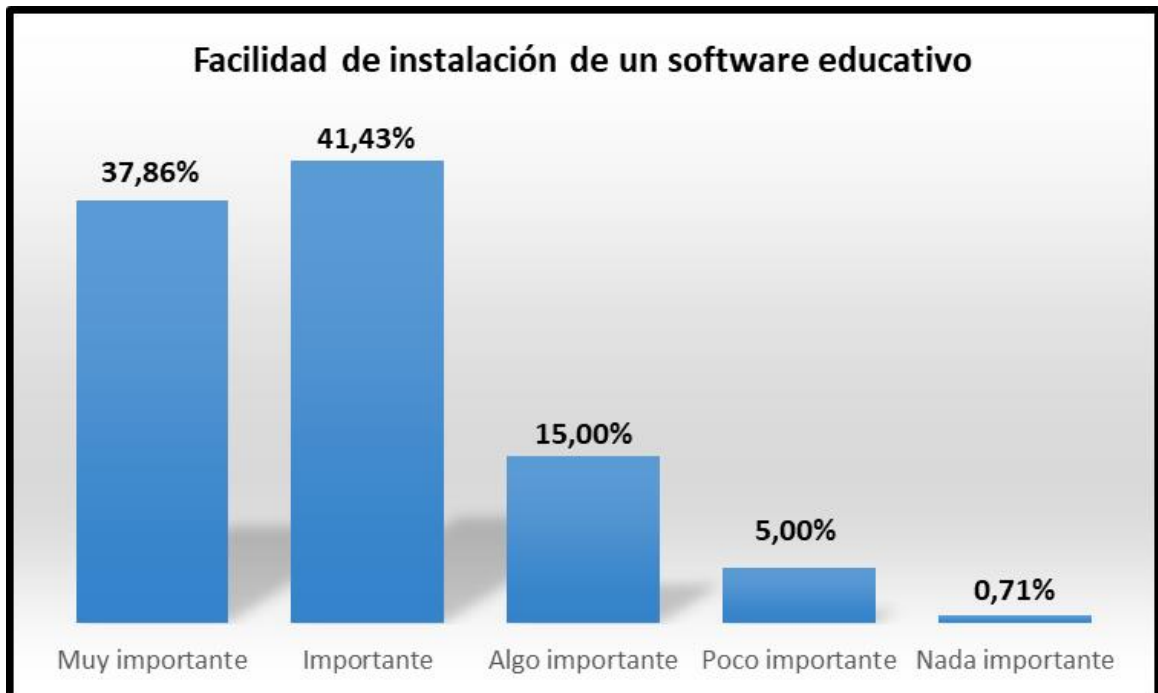
**Gráfico 29-4.** Importancia a la facilidad de uso de un software educativo.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

A la característica facilidad de uso de un software educativo el 54,29% de los estudiantes lo consideran muy importante, el 33,57% importante, el 10% algo importante mientras que el 0,71% y 1,43% lo consideran poco importante y nada importante respectivamente. Por lo que al momento de seleccionar un software educativo se debe considerar que sea fácil de utilizarlo y manejarlo.

- *Facilidad de instalación*

- a. Muy importante ( )    b. Importante ( )    c. Algo Importante ( )    d. Poco importante ( )  
e. Nada importante ( )



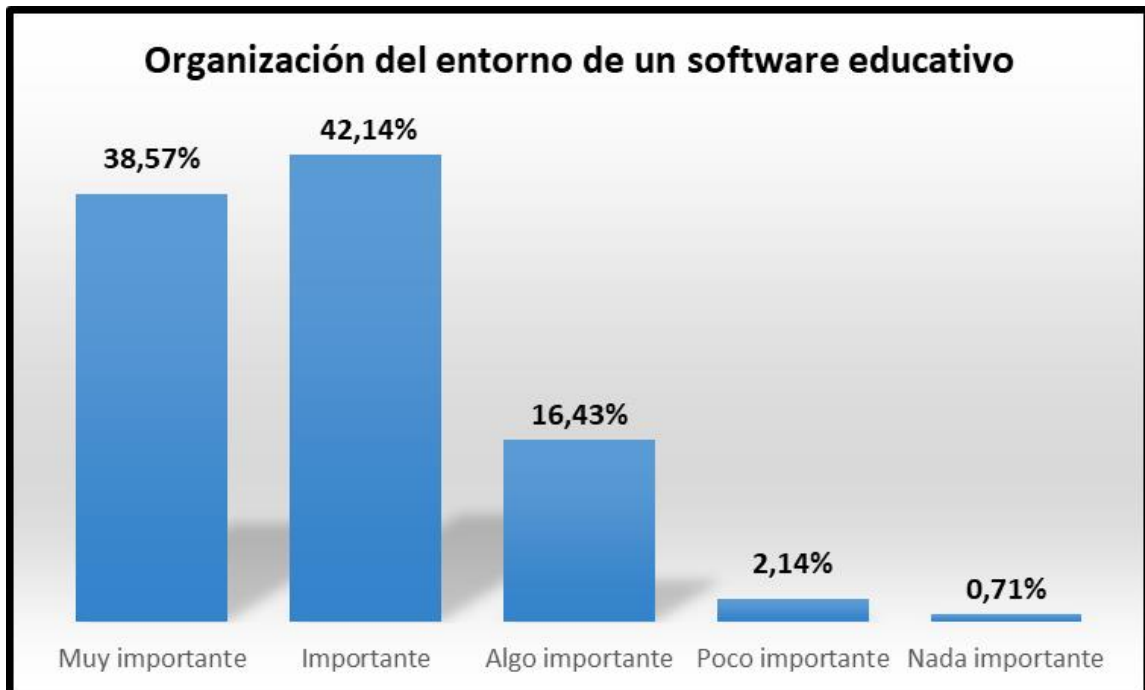
**Gráfico 30-4.** Importancia a la facilidad de instalación de un software educativo.

Realizado por: Bonilla, S. 2021

A la característica facilidad de instalación de un software educativo el 37,86% de los estudiantes lo consideran muy importante, el 41,43% importante, el 15% algo importante mientras que el 5% y 0,71% lo consideran poco importante y nada importante respectivamente. Por lo que al momento de seleccionar un software educativo se debe considerar que su instalación sea fácil.

- *Organización del entorno*

- a. Muy importante ( )    b. Importante ( )    c. Algo Importante ( )    d. Poco importante ( )  
e. Nada importante ( )

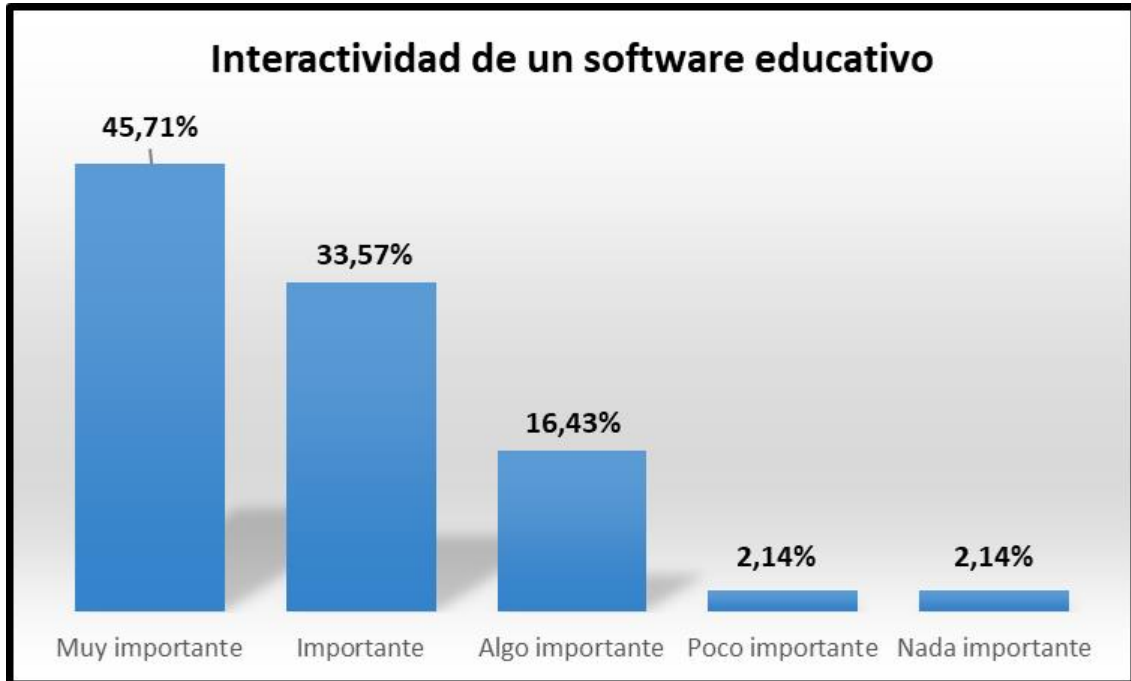


**Gráfico 31-4.** Importancia a la organización del entorno software educativo.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

A la característica organización del entorno de un software educativo el 38,57% de los estudiantes lo consideran muy importante, el 42,14% importante, el 16,43% algo importante mientras que el 2,14% y 0,71% lo consideran poco importante y nada importante respectivamente. Por lo que al momento de seleccionar un software educativo se debe considerar que su organización del entorno sea adecuada.

- **Interactividad**

- a. Muy importante ( )    b. Importante ( )    c. Algo Importante ( )    d. Poco importante ( )  
e. Nada importante ( )



**Gráfico 32-4.** Importancia a la interactividad de un software educativo.

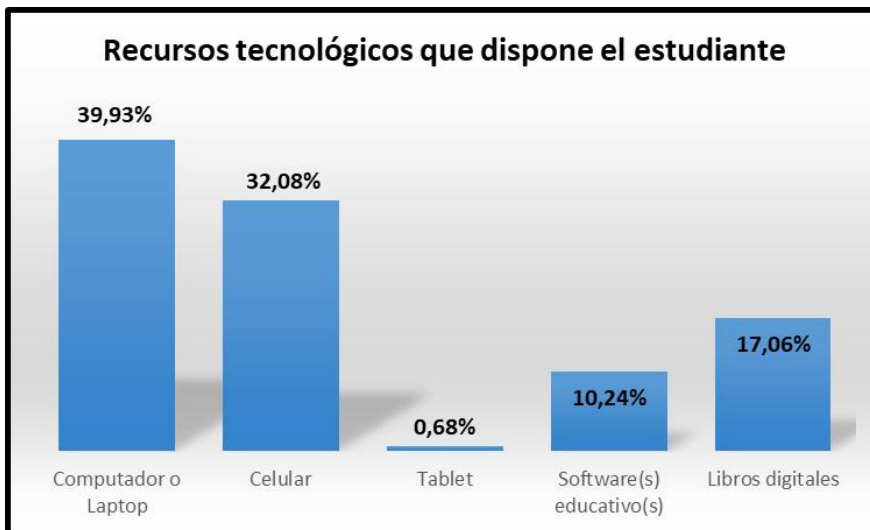
Realizado por: Bonilla, S. 2021

A la característica interactividad de un software educativo el 45,71% de los estudiantes lo consideran muy importante, el 33,57% importante, el 16,43% algo importante mientras que poco importante y nada importante lo consideran el 2,14%. Al momento de seleccionar un software educativo se debe considerar que su interfaz permita interactividad.



**27. ¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de EDO lineales?**

- a. Computador o Laptop
- b. Celular
- c. Tablet
- d. Software(s) educativo(s)
- e. Libros digitales



**Gráfico 33-4.** Recursos tecnológicos que dispone el estudiante.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

En cuanto a la disposición de recursos tecnológicos, el que mayormente disponen los estudiantes es el computador o laptop con el 39,93%, seguido del celular con 32,08%, lo libros digitales con un 17,06%, softwares educativos con el 10,24% y Tablet con un 0,68%. Estos resultados nos conducen a que al momento de seleccionar el software libre como estrategia didáctica se debe verificar que esté disponible para ser utilizado en los dos recursos mayormente disponibles por los estudiantes: computador y celular.

#### **4.2. Síntesis de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada**

La encuesta aplicada para analizar la situación actual del aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes de tercer semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo dio como resultados las siguientes conclusiones, expuestas por apartados:

#### ***4.2.1. Sobre las dificultades de los alumnos en el tema de EDO lineales***

Los estudiantes expusieron que el aprendizaje del tema de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales les resulta difícil (Pregunta N°1), siendo sus mayores dificultades el análisis y comprensión de las EDO lineales (Pregunta N°2), además que al momento de resolver las ecuaciones les resulta difícil identificar el tipo de ecuación, aplicar el método adecuado, determinar soluciones particulares e interpretar los resultados (Pregunta N°3). Las principales causas de la dificultad en el aprendizaje de EDO lineales lo atribuyen a: insuficientes conocimientos previos, al poco tiempo en clases para realizar ejercicios y a la falta de estrategias didácticas que motiven el aprendizaje. (Pregunta N°4), que se encuentran algo motivados por aprender el tema (Pregunta N°11) y satisfechos con la metodología utilizada por el docente (Pregunta N°12).

#### ***4.2.2. Conocimiento del tema de EDO lineales***

Sobre el conocimiento que tienen del tema de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales los estudiantes respondieron que casi siempre los conceptos y definiciones son claros y concretos (Pregunta N°5), que casi siempre revisan dichos conceptos y los métodos de resolución de EDO lineales (Pregunta N°6), que la aplicación de los conocimientos adquiridos de EDO lineales les resulta neutral en la resolución e interpretación de resultados (Pregunta N°7), manifiestan también que el nivel de comprensión del tema es neutral (Pregunta N°8), que la capacidad para resolver las ecuaciones e interpretar sus resultados es neutral (Pregunta N°9), que no les resulta ni fácil ni difícil aplicar las EDO lineales como modelos matemáticos (Pregunta N°10), Sobre el uso de recursos tecnológicos en el tema de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

#### ***4.2.3. Disponibilidad de recursos tecnológicos para el aprendizaje de EDO lineales***

Sobre la frecuencia con la que el docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de EDO lineales manifestaron: siempre y ocasionalmente (Pregunta N°13), de igual forma respecto a la frecuencia con la que el docente utiliza un software en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ecuaciones respondieron: siempre y ocasionalmente (Pregunta N°14). Los estudiantes para su proceso de aprendizaje disponen de computadores y celulares (Pregunta N°27).

#### ***4.2.4. Softwares usados en el aprendizaje de EDO lineales con la metodología tradicional.***

Los estudiantes manifestaron que el software más utilizado en las ecuaciones es Sagemath (Pregunta 16) y que su manejo les resulta difícil y neutral (Pregunta N°15). El nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado es neutral (Pregunta N°17), así como también es neutral el nivel de utilización (Pregunta N°18).

#### ***4.2.5. Sobre el software libre y el aprendizaje de EDO lineales.***

Los estudiantes están de acuerdo que la utilización de un software mejora el aprendizaje de EDO lineales (Pregunta N°19) ya que conocen las ventajas y desventajas de su utilización (Pregunta N°20). Además, que manifestaron que es importante la utilización de un software libre como estrategia didáctica en el aprendizaje (Pregunta N°21), están de acuerdo que la utilización de un software libre permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así el proceso de aprendizaje (Pregunta N°22). Los encuestados expresan que les gustaría mejorar su aprendizaje con un software libre (Pregunta N°23), utilizándolo siempre y casi siempre en su proceso (Pregunta N°24), cuya característica principal valorada en el software es la facilidad de uso (Pregunta N°25), además que valoran otras características del software así: la facilidad de instalación y la organización del entorno es importante, el costo y la interactividad muy importante (Pregunta N°26).

#### ***4.2.6. Conclusión sobre los resultados obtenidos en la encuesta aplicada***

Con los resultados obtenidos y el análisis realizado en cada uno de los apartados se concluye que se debe estructurar una propuesta didáctica que utilice una teoría del aprendizaje que se centre en el estudiante permitiendo su participación frecuente y activa lo que conduzca a que se desarrolle el análisis y la comprensión de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, además que facilite interpretación de los resultados, así como también la aplicabilidad de las EDO lineales. También se analiza que existe una predisposición de los estudiantes para utilizar con frecuencia un software el cual debe tener como característica principal su facilidad de uso, ya que el software utilizado actualmente por el docente no es fácil su manejo y es aplicable su uso en computadoras o en celulares pero que dispongan de internet, por lo que en la propuesta se debe utilizar un software gratuito y que pueda ser utilizado tanto en computadores como en celulares. Por estas razones en la propuesta didáctica se utilizará la teoría constructivista y el software GeoGebra.

### 4.3. Comprobación de homogeneidad entre los grupos experimental y de control

Para la comprobación de homogeneidad entre el grupo experimental y el grupo de control se aplicó la prueba F-test, para lo cual se utilizaron los resultados obtenidos en la encuesta de diagnóstico aplicada a cada uno de los grupos.

**Tabla 1-4:** Resultados promedios en las preguntas de la encuesta de diagnóstico.

Ítem	N.º Pregunta	Pregunta	Resultado Promedio	
			Grupo Experimental	Grupo de Control
1	1	¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema "Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales"?	2,39	2,83
2	5	¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema de EDO lineales son claros y concretos?	3,80	3,85
3	6	¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución de EDO lineales?	3,80	3,75
4	7	¿Con qué facilidad aplica los conocimientos de EDO lineales para su resolución e interpretación de resultados?	2,85	2,93
5	8	¿Su nivel de comprensión del tema es?	2,93	3,33
6	9	¿Su capacidad para resolver EDO lineales e interpretar sus resultados es?	2,80	3,28
7	10	¿Con qué facilidad le resulta aplicar las EDO lineales como modelos matemáticos e interpretar sus resultados?	2,90	3,83
8	11	¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de EDO lineales?	3,80	3,25
9	12	¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de EDO lineales?	3,54	3,58
10	13	¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de EDO lineales?	3,94	3,93
11	15	¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de EDO lineales es?	3,74	4,08
12	16	¿Cuál de los siguientes softwares educativos matemáticos ha utilizado en la resolución de EDO lineales?	2,95	2,25
13	17	¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver EDO lineales es?	2,62	3,18
14	18	¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver EDO lineales es?	2,65	3,18
15	19	¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje de EDO lineales?	3,94	3,98
16	21	¿Qué importancia le da a la utilización de un software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de EDO lineales?	4,00	3,93
17	22	¿Considera usted que la utilización de un software libre permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de	4,02	3,95
18	24	¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de EDO lineales?	3,90	4,13
19	26	¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo? Costo	4,10	4,03
20	26	¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo? Facilidad de uso	4,40	4,35
21	26	¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo? Facilidad de instalación	4,15	4,00
22	26	¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo? Organización del entorno	4,12	4,25
23	26	¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo? Interactividad	4,18	4,2

**Fuente:** Encuesta de la situación actual, 2021.

**Realizado por:** Bonilla, Sayuri, 2021.

### Aplicación de la prueba F-test:

1. Se plantea la  $H_0$  y la  $H_1$ .

$H_0$ : el grupo experimental y el grupo de control son homogéneos,  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1$ : el grupo experimental y el grupo de control no son homogéneos,  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

2. Se realiza la prueba F-test utilizando el software Excel, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 2-4:** Prueba F para varianzas de dos muestras, realizada en el software Excel.

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	<i>Grupo experimental</i>	<i>Grupo de control</i>
<b>Media</b>	3,54	3,66
<b>Varianza</b>	0,38	0,28
<b>Observaciones</b>	23	23
<b>Grados de libertad</b>	22	22
<b>F</b>	1,34	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	0,25	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	2,05	

Fuente: Software Excel, 2021.

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

3. Se analiza los resultados y se toma la decisión de aceptar o rechazar  $H_0$ .

Los resultados obtenidos con Excel son:  $F=1,34$  y  $F_{crítica}=2,05$ ; con lo que  $F < F_{crítica}$  por lo tanto se acepta  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , es decir, se comprueba que los grupos experimental y de control son homogéneos.

#### 4.4. Resultados obtenidos de la prueba objetiva aplicada

Para validar la propuesta didáctica y así comprobar la hipótesis se tomó la prueba objetiva que evalúa el aprendizaje adquirido sobre ecuaciones diferenciales ordinarias lineales por los estudiantes del grupo de control que aprendió sin la propuesta didáctica y por los estudiantes del grupo experimental que aprendió con la propuesta didáctica.

**Tabla 3-4:** Calificaciones obtenidas en la prueba objetiva por parte del grupo de control.

<b>CALIFICACIONES PRUEBA OBJETIVA</b>			
<b>GRUPO DE CONTROL</b>			
<b>ESTUDIANTE</b>	<b>CALIFICACIÓN (/2)</b>	<b>ESTUDIANTE</b>	<b>CALIFICACIÓN (/2)</b>
1	0,67	21	0,53
2	0,93	22	0,67
3	0,80	23	0,40
4	0,80	24	0,93
5	1,20	25	0,93
6	0,53	26	0,80
7	0,93	27	0,67
8	1,07	28	0,40
9	0,80	29	1,20
10	0,80	30	0,93
11	0,93	31	0,67
12	0,93	32	0,93
13	1,47	33	0,53
14	1,47	34	0,93
15	0,67	35	0,80
16	0,80	36	1,20
17	0,80	37	0,80
18	1,07	38	0,53
19	0,80	39	0,40
20	1,07	40	0,67

**Fuente:** Resultados Google Forms.  
**Realizado por:** Bonilla, Sayuri, 2021.

**Tabla 4-4:** Calificaciones obtenidas en la prueba objetiva por el grupo experimental.

<b>CALIFICACIONES PRUEBA OBJETIVA</b>							
<b>GRUPO EXPERIMENTAL</b>							
<b>ESTUDIANTE</b>	<b>CALIFICACIÓN (/2)</b>	<b>ESTUDIANTE</b>	<b>CALIFICACIÓN (/2)</b>	<b>ESTUDIANTE</b>	<b>CALIFICACIÓN (/2)</b>	<b>ESTUDIANTE</b>	<b>CALIFICACIÓN (/2)</b>
<b>1</b>	1,47	<b>26</b>	1,33	<b>51</b>	1,00	<b>76</b>	1,00
<b>2</b>	1,20	<b>27</b>	1,07	<b>52</b>	1,20	<b>77</b>	1,00
<b>3</b>	0,93	<b>28</b>	0,80	<b>53</b>	1,40	<b>78</b>	1,50
<b>4</b>	1,33	<b>29</b>	0,80	<b>54</b>	1,20	<b>79</b>	1,00
<b>5</b>	1,47	<b>30</b>	0,93	<b>55</b>	1,20	<b>80</b>	1,00
<b>6</b>	0,93	<b>31</b>	0,67	<b>56</b>	1,20	<b>81</b>	1,00
<b>7</b>	1,07	<b>32</b>	0,40	<b>57</b>	0,40	<b>82</b>	1,60
<b>8</b>	1,47	<b>33</b>	1,20	<b>58</b>	1,20	<b>83</b>	1,20
<b>9</b>	1,20	<b>34</b>	0,93	<b>59</b>	1,40	<b>84</b>	1,27
<b>10</b>	1,47	<b>35</b>	0,93	<b>60</b>	1,07	<b>85</b>	0,70
<b>11</b>	1,07	<b>36</b>	0,67	<b>61</b>	1,47	<b>86</b>	1,07
<b>12</b>	0,93	<b>37</b>	0,53	<b>62</b>	1,40	<b>87</b>	1,17
<b>13</b>	1,20	<b>38</b>	1,60	<b>63</b>	0,40	<b>88</b>	1,40
<b>14</b>	1,20	<b>39</b>	1,47	<b>64</b>	1,27	<b>89</b>	1,40
<b>15</b>	1,60	<b>40</b>	1,47	<b>65</b>	1,27	<b>90</b>	1,40
<b>16</b>	0,80	<b>41</b>	0,80	<b>66</b>	1,27	<b>91</b>	0,80
<b>17</b>	1,47	<b>42</b>	0,80	<b>67</b>	0,80	<b>92</b>	1,20
<b>18</b>	1,07	<b>43</b>	1,07	<b>68</b>	0,67	<b>93</b>	1,07
<b>19</b>	1,07	<b>44</b>	1,00	<b>69</b>	1,40	<b>94</b>	0,60
<b>20</b>	1,87	<b>45</b>	1,40	<b>70</b>	1,00	<b>95</b>	1,20
<b>21</b>	1,20	<b>46</b>	1,00	<b>71</b>	1,47	<b>96</b>	1,47
<b>22</b>	1,33	<b>47</b>	0,80	<b>72</b>	1,07	<b>97</b>	1,00
<b>23</b>	1,20	<b>48</b>	1,20	<b>73</b>	0,80	<b>98</b>	1,40
<b>24</b>	1,33	<b>49</b>	1,20	<b>74</b>	0,87	<b>99</b>	0,60
<b>25</b>	1,07	<b>50</b>	1,67	<b>75</b>	0,60	<b>100</b>	1,00

**Fuente:** Resultados Moodle, aula virtual.

**Realizado por:** Bonilla, Sayuri, 2021.

#### 4.4.1. Estadísticos descriptivos de resultados en los grupos experimental y de control

Para el cálculo de los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la prueba objetiva tanto en el grupo de control como en el grupo experimental se utilizó el software SPSS, obteniéndose lo siguiente:

**Tabla 5-4:** Resumen de estadísticos descriptivos de los grupos de control y experimental.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS		GRUPO DE CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
N	Válidos	40	100
	Perdidos	60	0
Media		,8365	1,1177
Mediana		,8000	1,1850
Moda		,80	1,20
Desviación típica		,25662	,29972
Varianza		,066	,090
Asimetría		,488	-,285
Error típico de asimetría		,374	,241
Curtosis		,430	-,159
Error típico de curtosis		,733	,478
Rango		1,07	1,47
Mínimo		,40	,40
Máximo		1,47	1,87
Suma		33,46	111,77

Fuente: Software SPSS, 2021

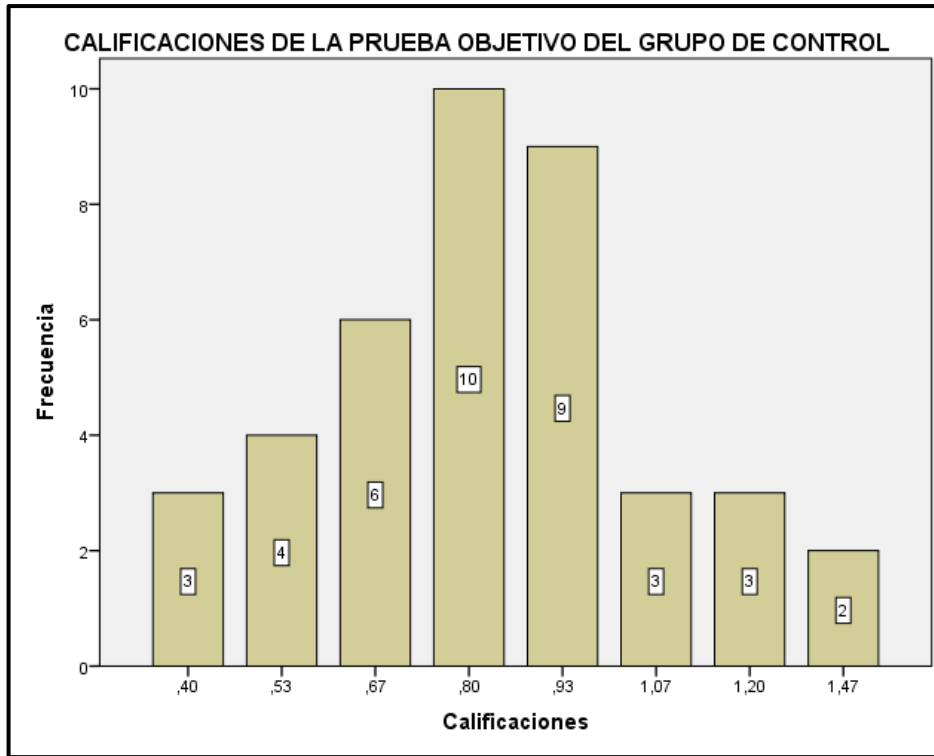
Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.

Se observa que la media del grupo experimental es mayor que la del grupo de control ( $1,1177 > 0,8365$ ), así como también la desviación típica y la varianza son mayores en el grupo experimental que en el grupo de control.

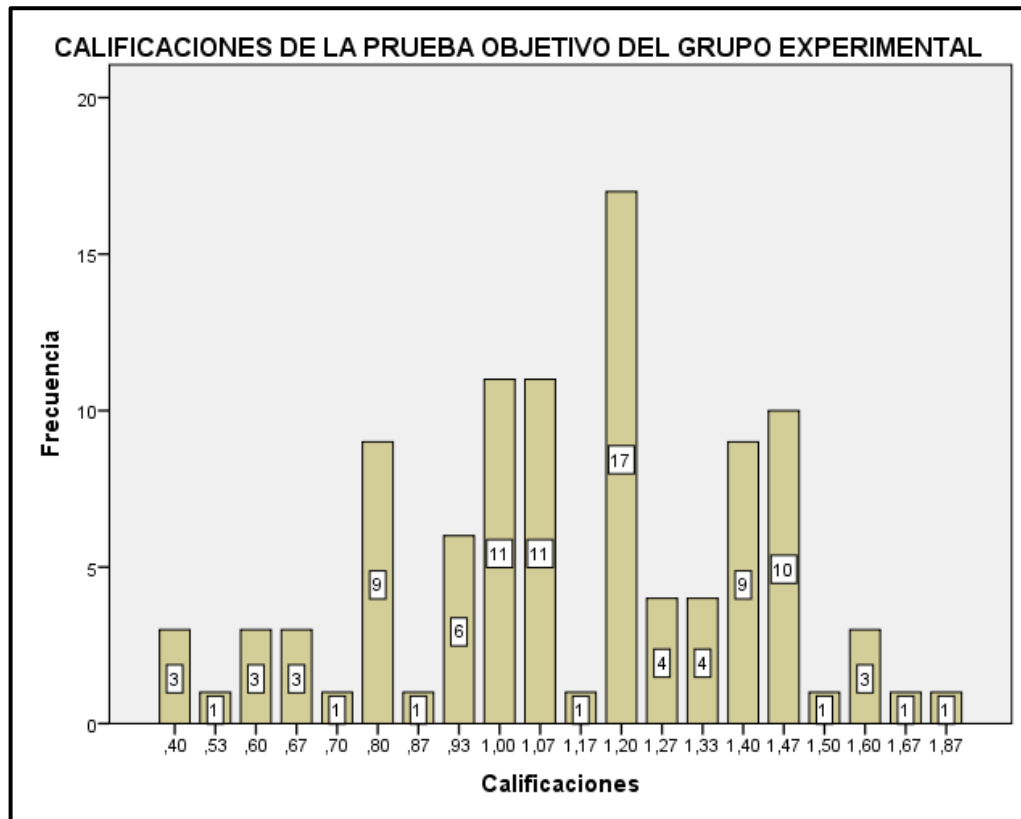
#### 4.4.2. Gráficos de los resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada

Con el fin de realizar un análisis adecuado de los resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada tanto al grupo de control como al grupo experimental, se realizó gráficos de barras con frecuencias y porcentajes.

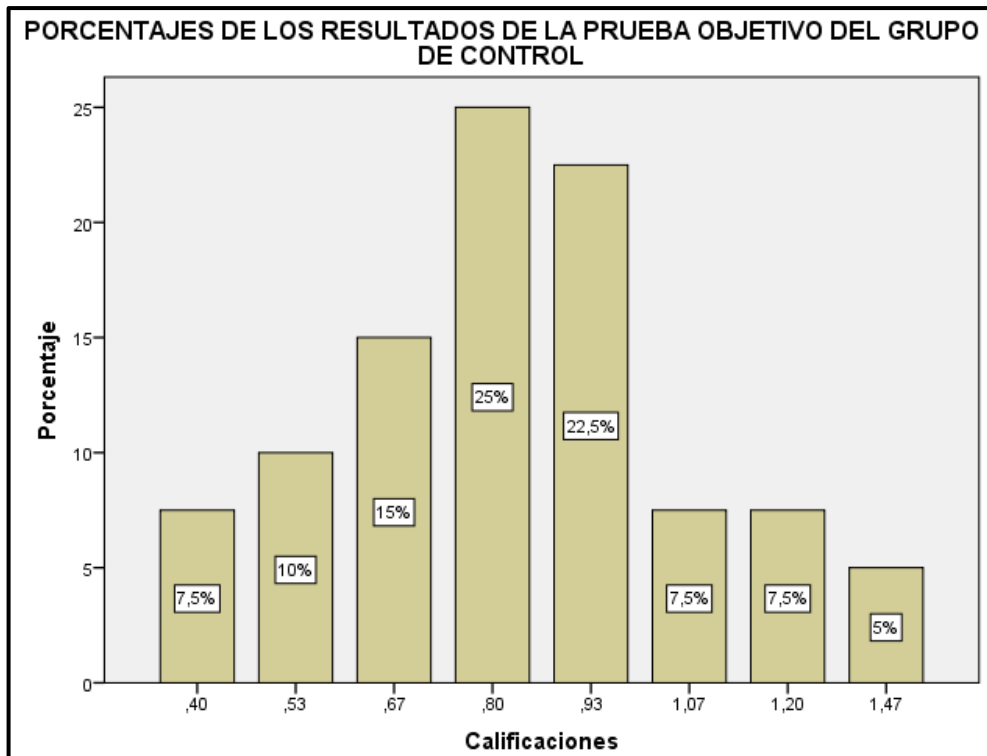




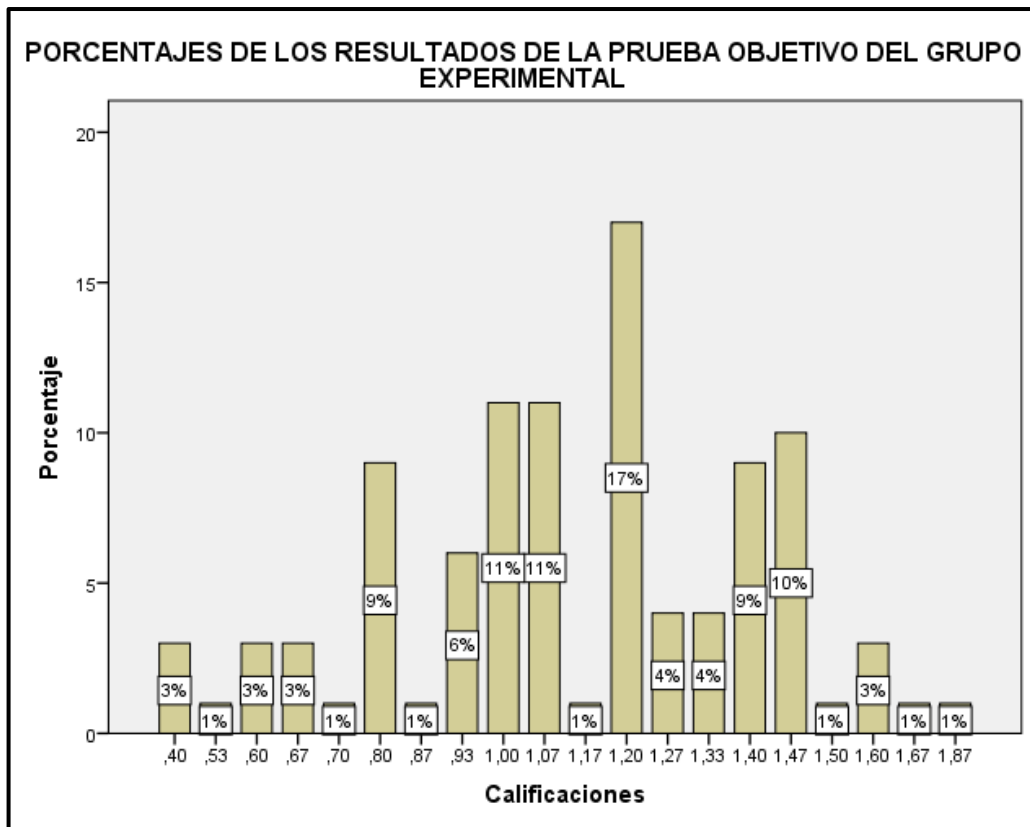
**Gráfico 34-4.** Calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control  
Realizado por: Bonilla, S. 2021



**Gráfico 35-4.** Calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental  
Realizado por: Bonilla, S. 2021



**Gráfico 36-4.** Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control  
Realizado por: Bonilla, S. 2021



**Gráfico 37-4.** Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

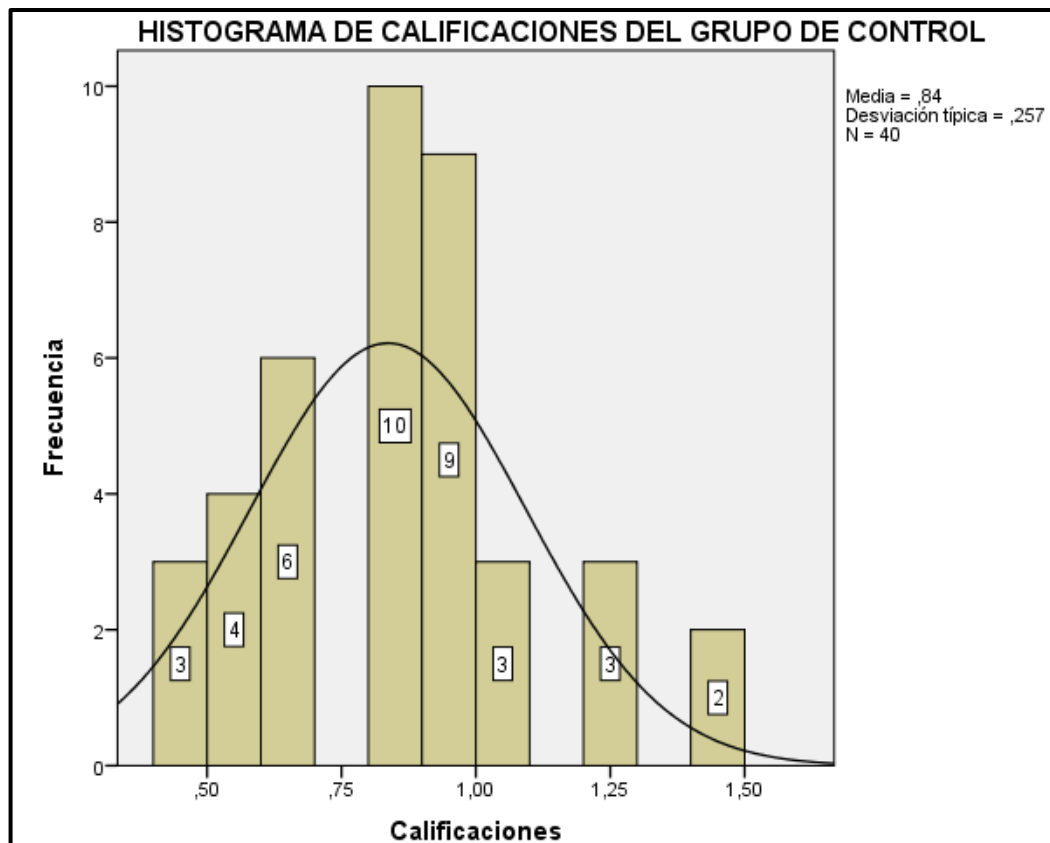
4.4.3. Frecuencias e histogramas de los resultados de la prueba objetiva aplicada

**Tabla 6-4:** Frecuencias de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo de control.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
,40	3	3,0	7,5	7,5
,53	4	4,0	10,0	17,5
,67	6	6,0	15,0	32,5
,80	10	10,0	25,0	57,5
Válidos ,93	9	9,0	22,5	80,0
1,07	3	3,0	7,5	87,5
1,20	3	3,0	7,5	95,0
1,47	2	2,0	5,0	100,0
Total	40	40,0	100,0	
Perdidos Sistema	60	60,0		
Total	100	100,0		

Fuente: Software SPSS, 2021

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.



**Gráfico 38-4.** Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control

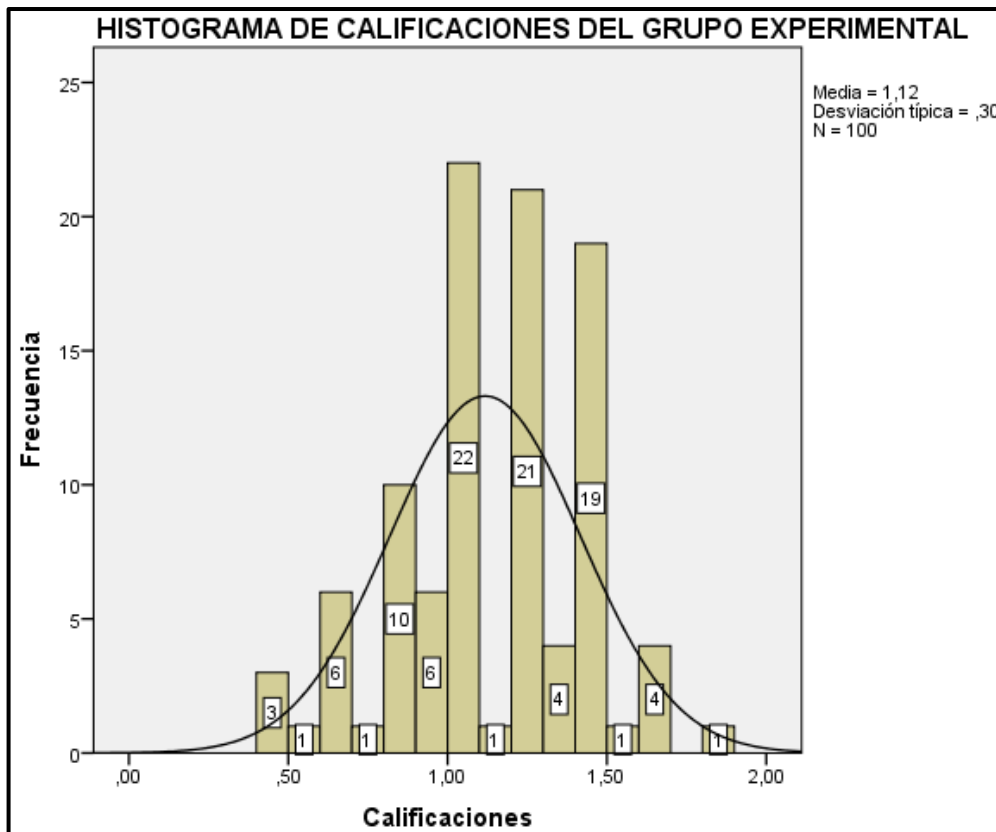
Realizado por: Bonilla, S. 2021

**Tabla 7-4:** Frecuencias de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo experimental.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
,40	3	3,0	3,0	3,0
,53	1	1,0	1,0	4,0
,60	3	3,0	3,0	7,0
,67	3	3,0	3,0	10,0
,70	1	1,0	1,0	11,0
,80	9	9,0	9,0	20,0
,87	1	1,0	1,0	21,0
,93	6	6,0	6,0	27,0
1,00	11	11,0	11,0	38,0
1,07	11	11,0	11,0	49,0
Válidos 1,17	1	1,0	1,0	50,0
1,20	17	17,0	17,0	67,0
1,27	4	4,0	4,0	71,0
1,33	4	4,0	4,0	75,0
1,40	9	9,0	9,0	84,0
1,47	10	10,0	10,0	94,0
1,50	1	1,0	1,0	95,0
1,60	3	3,0	3,0	98,0
1,67	1	1,0	1,0	99,0
1,87	1	1,0	1,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Software SPSS, 2021

Realizado por: Bonilla, Sayuri, 2021.



**Gráfico 39-4.** Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental

Realizado por: Bonilla, S. 2021

#### 4.5. Contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis se utilizó la prueba normal Z para diferencia entre dos medias de población, con el siguiente procedimiento:

##### 1. Planteamiento de la hipótesis

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$  (La utilización de un software libre no incrementa el nivel de aprendizaje de EDO lineales)

$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$  (La utilización de un software libre incrementa el nivel de aprendizaje de EDO lineales)

##### 2. Determinación del nivel de significancia

Por tratarse de una investigación que implica rendimiento a través de una estrategia didáctica se utiliza un nivel de significancia de 0,05, y una confiabilidad del 95%.

##### 3. Cálculo de las medias ( $\bar{x}_1$ y $\bar{x}_2$ ) y las desviaciones estándar ( $\sigma_1^2$ y $\sigma_2^2$ )

- Grupo experimental:

$$\bar{x}_1 = 1,1177$$

$$\sigma_1 = 0,2997$$

- Grupo de control:

$$\bar{x}_2 = 0,8365$$

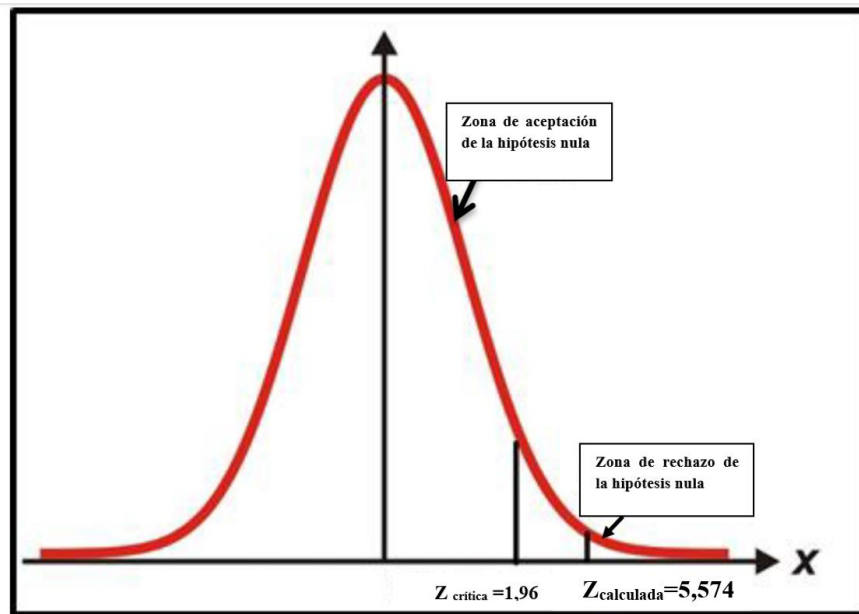
$$\sigma_2 = 0,2566$$

##### 4. Calcular el valor de z

$$z = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$
$$z = \frac{1,1177 - 0,8365}{\sqrt{\frac{(0,2997)^2}{100} + \frac{(0,2566)^2}{40}}}$$
$$z = 5,5748$$

## 5. Toma de decisiones

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula se debe analizar las regiones de aceptación y rechazo, por lo que para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$  corresponde un  $Z_{\text{crítico}}=1,96$ . Para el análisis se realiza la siguiente figura:



**Figura 1-4.** Identificación de las zonas de aceptación y rechazo de la hipótesis nula.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

Como  $5,5748(z \text{ calculada}) > 1,96 (z \text{ crítica})$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, con lo que se concluye que la utilización de un software libre incrementa el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales. Es decir que los valores de las medias entre los grupos experimental y de control en la prueba objetivo son significativamente diferentes, siendo mayor la media del grupo experimental sin atribuirse este hecho al azar.

### 4.6. Discusión de resultados

En el resumen de los estadísticos descriptivos se observa que el valor de la media del grupo experimental es mayor que la del grupo de control ( $1,1177 > 0,8365$ ), así como también son mayores los valores de la desviación estándar y varianza del grupo experimental.

La diferencia existente entre los valores de la media obtenidos es  $0,2812$  lo que en porcentaje indica una diferencia del  $25,16\%$ .

La calificación máxima obtenida por 1 solo estudiante en el grupo experimental es de 1,87/2 mientras que en el grupo de control es 1,47/2.

La calificación mínima obtenida por 3 estudiantes tanto en el grupo experimental como en el de control es de 0,40/2.

El valor de la moda indica la calificación más obtenida en el grupo de control es 0,80 con una frecuencia de 10, mientras que en el grupo experimental es 1,20 con una frecuencia de 17.

Los histogramas muestran que los resultados obtenidos tanto en el grupo de control como en el grupo experimental siguen una distribución normal.

En el grupo experimental el 73% de estudiantes tienen una calificación  $\geq 1$ , mientras que en el grupo de control solo es el 20% de los estudiantes que obtienen una calificación  $\geq 1$ .

Con la prueba normal Z se pudo comprobar que la utilización de un software incrementa el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, además que la propuesta didáctica basada en la teoría constructivista mejora significativamente la adquisición de conocimientos, ya que, al centrarse más en el estudiante, se le permite que sea el constructor de su propio conocimiento, lo cual a su vez fortalece el análisis crítico y desarrolla habilidades en los estudiantes.

## CAPÍTULO V

### 5. PROPUESTA

Para esta propuesta didáctica se analizan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas, seleccionándose como base para el aprendizaje la teoría constructivista. Además, para la estrategia didáctica se realiza una comparación entre softwares libres utilizados en matemáticas (Capítulo II, apartado 2.2.7.6.) y se selecciona el GeoGebra pues se ajusta a las necesidades de los estudiantes, pues posee las siguientes características:

- Reúne gráfica y dinámicamente álgebra y geometría, análisis y hojas de cálculo.
- Posee potentes herramientas en armonía con una interfaz intuitiva y ágil.
- Herramienta de autoría para crear recursos de aprendizaje interactivos como páginas web
- Disponible en cada idioma requerido por los millones de usuarios del mundo.
- Software de código abierto libre y disponible de forma gratuita.
- Puede ser utilizado en línea o mediante su aplicación disponible para sistema Windows y Android.

#### 5.1. Introducción

A continuación, se expone una estrategia didáctica para el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales, empleando el software GeoGebra. La propuesta a exponer está dirigida a los estudiantes de Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para poder mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje y por ende el rendimiento académico de los estudiantes, se requiere la participación tanto de estudiantes como de docentes. Los estudiantes deben poseer conocimientos básicos de Cálculo Integral, Diferencial y Funciones que son prerequisites para estudiar el tema de Ecuaciones Diferenciales.

Esta propuesta didáctica se ha diseñado considerando la teoría constructivista del aprendizaje, en la cual el estudiante es el elemento principal y central del proceso enseñanza-aprendizaje, el docente es un guía que motiva a los estudiantes a construir su propio conocimiento, para lo cual utilizará el GeoGebra como estrategia didáctica, ya que permitirá el análisis y construcción gráfica de los resultados, así como también permitirá que los estudiantes desarrollen los ejercicios y



analicen todas las posibles soluciones, planteen los modelos matemáticos e interactúen con los mismos.

Este software únicamente pretende apoyar las explicaciones del profesor, más no sustituirlo, de hecho que los conceptos, tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, métodos de solución serán impartidos por el docente, quien luego de toda la explicación teórica y la resolución de los ejercicios respectivos utilizará el GeoGebra con el fin de corroborar lo explicado, así como también la resolución de ejercicios dando paso al análisis y discusión de todas las posibles soluciones a obtenerse, de manera algebraica y gráfica, permitiendo así que los estudiantes se encuentren motivados de poder interactuar con el software y a su vez discutir lo observado tanto de forma analítica como gráfica.

Además, que con GeoGebra se optimiza el tiempo lo que permitirá el desarrollo de más ejercicios y a su vez que el estudiante en sus horas de aprendizaje autónomo utilice GeoGebra realizando más ejercicios de práctica.

## **5.2. Justificación**

Tras el estudio realizado para la recolección de datos, se evidencia que los estudiantes de tercer semestre de la facultad de Mecánica presentan problemas en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales pues les resulta complicado asimilar y comprender las teorías y procesos concernientes al tema, esto se corrobora con su rendimiento académico.

La propuesta didáctica se centra en que el proceso de enseñanza aprendizaje se fundamenta en la teoría constructivista, en la cual el alumno es el elemento principal del proceso y el docente un guía que mediante la utilización de herramientas y/o estrategias adecuadas motiva al estudiante a que participe de forma activa y a su vez construya su propio conocimiento concatenando sus conocimientos previos con los nuevos. Razón por la cual se utiliza GeoGebra como un software educativo de apoyo tanto para el docente como para el estudiante, pues esta herramienta motiva al estudiante para que interactúe en la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y a su vez aporte con sus dudas, inquietudes y opiniones al respecto. El uso de GeoGebra permite además que el docente corrobore sus teorías explicadas mediante la práctica, ya que facilita al poder trabajar simultáneamente de forma analítica y gráfica, lo cual influye positivamente en el análisis y comprensión por parte del estudiante.

Esta propuesta pretende desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas que ayuden a mejorar su capacidad de razonamiento, análisis y comprensión de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, mediante el uso de GeoGebra como herramienta de apoyo y motivación para

los estudiantes, permitiéndoles autonomía en el aprendizaje. Se permitirá la resolución de ejercicios en los cuales el estudiante aplique sus conocimientos previos y nuevos, lo cual le permitirá que plantee caminos diferentes para llegar a la solución, y a su vez fomentará la participación colaborativa de los estudiantes con sus ideas y conocimientos, generando una discusión común que fortalezca lo aprendido, para que al final el estudiante experimente por sí mismo con el software. En los docentes se pretende generar un cambio de actitud en la forma de enseñar matemáticas, interés por una manera diferente y a la vez complementaria a sus clases cotidianas.

### **5.3. Descripción**

GeoGebra permite una metodología activa y participativa, para que los alumnos puedan analizar, interpretar y discutir las posibles soluciones de una EDO lineal, además que permite que sea dinámico, ya que los alumnos pueden graficar las posibles soluciones, variar las constantes con un deslizador de forma muy sencilla, explorar las funciones del software, direccionando a que analice e interprete sus resultados.

El papel del docente será explicar conceptos, definiciones, forma de las EDO lineales, métodos de solución, ejercicios resueltos manualmente y comprobados mediante el GeoGebra, ejercicios con condiciones de frontera que mediante el software se visualice el comportamiento de las posibles soluciones, así como también ejercicios de aplicación que al graficarlos en GeoGebra permita el análisis y discusión por parte de los alumnos, lo que conlleva a que el alumno participe de manera activa en la clase y por ende sea el constructor de su propio conocimiento.

Al final se plantearán ejercicios para que el alumno los resuelva de forma individual o grupal utilizando el software lo que conducirá a que utilice, analice, investigue en el software y con sus compañeros compartan sus conocimientos previos y nuevos, así como también la experiencia con el software.

### **5.4. Objetivos de la propuesta didáctica**

- Identificar y resolver las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales aplicando el método adecuado para determinar soluciones del tipo general y particular.
- Fomentar la participación del estudiante a través de ejercicios y problemas para la construcción del propio conocimiento.

- Utilizar GeoGebra como una estrategia didáctica que brinde apoyo al estudiante para comprobar los resultados obtenidos de una forma analítica y gráfica.
- Aplicar las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales como modelos matemáticos, mediante el uso de GeoGebra analizar su comportamiento.

## **5.5. Competencias**

Las competencias que se persiguen con esta estrategia didáctica son:

- Comunicación lingüística
- Competencia matemática
- Tratamiento de la información
- Competencia digital
- Aprender a aprender
- Autonomía e iniciativa personal

## **5.6. Resultados de aprendizaje**

- Identificar, entender y resolver ejercicios que obedezcan a ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer orden en el ámbito real aplicando los distintos métodos y que están relacionados a la Física y de la Geometría con calidad y solvencia.
- Reconocer, comprender y resolver ejercicios que obedezcan a la estructura de una ecuación diferencial ordinaria lineal de orden superior mediante la utilización de los métodos descritos para cada tipo de ecuación con criterio ingenieril.

## **5.7. Recursos**

### **5.7.1. Recursos Materiales**

- Computador, Tablet o Celular. - Con el fin de que el alumno interactúe con el software durante la explicación.

- Otros. – Texto de la bibliografía básica, cuaderno de apuntes, lápiz, goma de borrar, calculadora científica, tabla de integrales. Se requiere para que tomen nota los alumnos y resuelven manualmente los ejercicios planteados.

### **5.7.2. Recursos humanos**

- Profesor de la asignatura
- Estudiantes.

### **5.7.3. Recursos tecnológicos**

- Aula virtual utilizada
- Plataforma de conexión (Teams, Zoom)
- Software GeoGebra. - El cual puede estar instalado en el computador, celular, Tablet o puede utilizarse la aplicación en línea disponible en [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)

## **5.8. Capacitación sobre GeoGebra**

### **5.8.1. ¿Qué es GeoGebra?**

Antes de implementar la propuesta didáctica, es necesario realizar una capacitación sobre la instalación del software, generalidades y características de este, así como también la descripción de la interfaz del software y sobre el manejo y utilización del mismo.

GeoGebra es un software matemático interactivo libre y con una multiplataforma, reúne geometría, álgebra, estadística y cálculo, permite realizar construcciones con puntos, vectores, segmentos, rectas, secciones cónicas, funciones que pueden ser modificadas dinámicamente. Se puede trabajar con ecuaciones, derivadas, integrales y otros temas propios del análisis matemático. Además, permite realizar una representación gráfica de los resultados y de las ecuaciones presentadas, es decir que combina el análisis con los gráficos.

Al ser un programa multiplataforma permite que sea utilizado en diferentes sistemas, incluyendo todas las versiones de Microsoft Windows, Mac OS 10.6 o superiores, Linux, Android y iOS 6.0 o superiores, además en navegadores de internet que soporten HTML5.

### **5.8.2. Funcionamiento**

GeoGebra se caracteriza por poseer una interfaz sencilla e intuitiva, por lo cual no se requiere de conocimientos previos sobre programación como en otros programas matemáticos. Razón por la

cual lo único que se necesita para saber cómo funciona GeoGebra, es familiarizarse con su interfaz y el modo de uso del programa.

### ***Vistas disponibles***

En la barra de herramientas se encuentran disponibles diferentes vistas: Graficación, geometría, gráficos 3D, CAS, Hoja de Cálculo, Probabilidad y Exámenes, las cuales se pueden intercambiar entre ellas con facilidad.

### ***Facilidad de entrada***

GeoGebra permite introducir directamente una expresión matemática en la barra de entrada con el uso del teclado de símbolos del programa y automáticamente se despliega una lista de comandos para utilizar según las necesidades.

### ***Representación***

GeoGebra trabaja de manera simultánea con la parte analítica y gráfica, es decir que en todo momento se muestra una ventana en la que se grafican todas las expresiones en tiempo real a medida que son introducidas.

### ***Recursos de GeoGebra***

GeoGebra cuenta con una variedad de recursos para la enseñanza y el aprendizaje, los cuales contienen explicaciones y conceptos de diferentes términos matemáticos, incluyendo gráficas interactivas prediseñadas.

### ***Instalación***

GeoGebra es un programa que puede ser utilizado desde el navegador web, por lo cual su instalación en algún dispositivo no es obligatoria.

Pero si desea instalar GeoGebra en un computador, se debe descargar la aplicación desde la página de la organización [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org), luego abrir el instalador y seguir el proceso indicado. De igual manera si se lo desea instalar en un celular o Tablet, se descarga la aplicación del Play Store.

A más de la capacitación y con la finalidad de facilitar el uso adecuado de GeoGebra, se presenta un Manual de Instalación y Manejo de GeoGebra (ANEXO D), el cual se entrega a los estudiantes y docentes.

## **5.9. Propuesta Didáctica**

### **5.9.1. Fases**

Para el desarrollo de esta propuesta didáctica se aplicaron las 8 fases del aprendizaje constructivista.

#### *5.9.1.1. Fase 1(Motivación)*

En la fase 1 que corresponde a motivación se deben crear expectativas y disposiciones en los alumnos para que ellos tengan interés por aprender.

En esta fase se propone que el docente empiece relatando sobre las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales, es decir hablando sobre los fenómenos que rigen en la naturaleza o sobre situaciones del diario vivir, como por ejemplo la velocidad al conducir un vehículo, el enfriamiento de una taza de café, la producción en una empresa, entre otros sucesos, todos ellos se comportan bajo un modelo matemático, que no es otra cosa que resolver una ecuación diferencial.

Este relato debe ser pausado y a su vez debe permitir que los estudiantes participen en el mismo, es decir que ellos pueden indicar más sucesos que se comportan como modelos matemáticos, y a su vez realizar un análisis que permita la comprensión sobre la importancia de estudiar las ecuaciones diferenciales ordinarias.

#### *5.9.1.2. Fase 2(Comprensión)*

En la fase 2 se requiere la atención y percepción selectiva de cada uno de los alumnos, con el fin de que tenga ideas claras sobre los aspectos que se va a presentar en la clase, para lo cual el docente luego de haber despertado el interés en los estudiantes por aprender ecuaciones diferenciales ordinarias lineales debe presentar los subtemas a estudiar, de tal manera que cada estudiante conoce los contenidos a revisar y por ende pondrá la atención necesaria en ellos.

#### ***Subtemas a estudiar:***

- a) Conceptos básicos, forma de la EDO lineal, tipos de EDO lineales, métodos de solución.
- b) Ejercicios con soluciones generales y ejercicios con soluciones particulares.
- c) Ejercicios con soluciones generales y con soluciones particulares, utilizando el programa GeoGebra.
- d) Aplicaciones de EDO lineales como modelos matemáticos, utilizando el programa GeoGebra

### 5.9.1.3. Fase 3(Adquisición)

La fase de adquisición comprende la fijación de nuevos conocimientos en el alumno, destacando lo esencial del aprendizaje, dividiendo en partes los contenidos, presentándolos de una forma organizada y estructurada, de tal manera que para el alumno le sea fácil entenderlo.

En esta fase el docente estructura los temas a impartir en su clase y lo hace de una forma clara y ordenada, exponiendo conceptos, definiciones, forma general de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y métodos de resolución.

#### ***Teoría por aprender:***

### **Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales**

Una ecuación diferencial ordinaria lineal es tal que:

- La variable dependiente  $y$  y todas sus derivadas son de primer grado.
- Cada coeficiente de  $y$  y sus derivadas dependen solo de la variable independiente  $x$ , o es una constante. (Zill, 2009, p. 3)

La ecuación diferencial ordinaria (EDO) lineal tiene la forma:

$$a_n(x) \frac{d^n y}{dx^n} + a_{n-1}(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_1(x) \frac{dy}{dx} + a_0(x)y = r(x)$$

### **Métodos para resolver EDO lineales de primer orden**

La forma general de este tipo de ecuación es:

$$\frac{dy}{dx} + f(x)y = r(x)$$

Para resolver este tipo de ecuaciones se debe considerar si:

- $r(x) = 0$ , la EDO lineal es **Homogénea** y su solución es:

$$y = ce^{-\int f(x)dx}$$

- $r(x) \neq 0$ , **la EDO lineal es no Homogénea** y su solución es:

$$y = e^{-\int f(x)dx} [\int e^{-\int f(x)dx} r(x)dx + c]$$

A esta ecuación se le denomina Fórmula General.

Las EDO lineales no homogéneas se pueden resolver por dos métodos:

- ***Método del factor integrante.***

En este método se considera que si la ecuación es lineal en  $x$ :  $F(x) = e^{\int f(x)dx}$ , y si la ecuación es lineal en  $y$ :  $F(y) = e^{\int f(y)dy}$ . Al multiplicar este factor  $r(x)$  por la ecuación, ésta se convierte en exacta y se la resuelve como tal.

- ***Método de variación de parámetros.***

En este método la solución está dada por:  $y = uv$ , donde:

$$v = e^{-\int f(x)dx}$$

$$u = \int \frac{F(x)}{v(x)} dx + c$$

Al final se reemplaza  $v$  y  $u$  en la solución  $y$ . (Carmona y Filio, 2011, p. 85)

## **Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden**

La ecuación diferencial ordinaria lineal de segundo orden tiene la forma:

$$y'' + f(x)y' + g(x)y = r(x)$$

Para resolver este tipo de ecuaciones se debe considerar si:

- $r(x) = 0$ , **la EDO lineal es Homogénea**
- $r(x) \neq 0$ , **la EDO lineal es no Homogénea**



## Métodos para resolver EDO lineales homogéneas de segundo orden

Las EDO lineales homogéneas se resuelven por los siguientes métodos:

### 1. Coeficientes Constantes.

La ecuación tiene la forma:

$$y'' + ay' + by = 0$$

Donde: a y b son constantes.

La ecuación auxiliar o característica es:

$$\lambda^2 + a\lambda + b = 0$$

Sí:

$$a^2 - 4b > 0 \rightarrow \lambda_1 \neq \lambda_2 \quad \text{raíces reales diferentes}$$

$$a^2 - 4b = 0 \rightarrow \lambda_1 = \lambda_2 \quad \text{raíces reales iguales}$$

$$a^2 - 4b < 0 \rightarrow \lambda = \alpha \pm i\beta \quad \text{raíces complejas}$$

La solución general para cada caso es:

$$\text{Caso 1. } \lambda_1 \neq \lambda_2 \quad \rightarrow \quad y = c_1 e^{\lambda_1 x} + c_2 e^{\lambda_2 x}$$

$$\text{Caso 2. } \lambda_1 = \lambda_2 \quad \rightarrow \quad y = c_1 e^{\lambda x} + c_2 x e^{\lambda x}$$

$$\text{Caso 3. } \lambda = \alpha \pm i\beta \quad \rightarrow \quad y = e^{\alpha x} (A \cos \beta x + B \operatorname{sen} \beta x)$$

### 2. Ecuación de Cauchy – Euler

La ecuación tiene la forma:

$$x^2 y'' + axy' + by = 0; a, b \in \mathcal{R}$$

La ecuación auxiliar o característica es:

$$m^2 + (a - 1)m + b = 0$$

La solución general depende del resultado de  $m_1$  y  $m_2$ :

$$\text{Caso 1. } m_1 \neq m_2 \quad \rightarrow \quad y = c_1 x^{m_1} + c_2 x^{m_2}$$

$$\text{Caso 2. } m_1 = m_2 \quad \rightarrow \quad y = c_1 x^m + c_2 (\ln x) x^m$$

$$\text{Caso 3. } m = \alpha \pm i\beta \quad \rightarrow \quad y = x^\alpha (A \cos \ln x^\beta + B \operatorname{sen} \ln x^\beta)$$

Existen 2 formas para encontrar la solución:

- Suponer una solución de la forma  $y = x^m$
- Usar la transformación  $x = e^t$

### 3. Ecuación de orden arbitrario con coeficientes constantes

La ecuación tiene la forma:

$$a_n y^{(n)} + a_{n-1} y^{(n-1)} + \dots + a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y = 0$$

La ecuación auxiliar o característica es:

$$a_n m^n + a_{n-1} m^{n-1} + \dots + a_2 m^2 + a_1 m + a_0 = 0$$

La solución general depende de las  $n$  raíces obtenidas:

$$\text{Caso 1. } m_1 \neq m_2 \neq \dots \neq m_n \quad \rightarrow \quad y = c_1 e^{m_1 x} + c_2 e^{m_2 x} + \dots + c_n e^{m_n x}$$

$$\text{Caso 2. } m_1 = m_2 = \dots = m_n \quad \rightarrow \quad y = e^{m x} (c_1 + c_2 x + c_3 x^2 + \dots + c_n x^{n-1})$$

**Caso 3.** Si hay raíces iguales y también diferentes  $\rightarrow$  Se aplican los dos casos anteriores a los grupos de  $\lambda_i$  que convenga. (Carmona y Filio, 2011, p.207)

### Métodos para resolver EDO lineales no homogéneas de segundo orden

La solución a este tipo de ecuaciones está dada por:

$$y = y_h + y_p$$

Donde:

$y_h$ : Es una solución general obtenida de la homogénea.

$y_p$ : Es una solución particular

Para obtener  $y_p$  existen dos métodos:

**1. Método de los coeficientes indeterminados.**

El método de los coeficientes indeterminados analiza la forma que tiene  $r(x)$ , dependiendo si es polinomial, exponencial, función trigonométrica o una combinación entre ellas, se determina la forma de la solución  $y_p$  tal como se muestra en la Tabla 2-2.

**2. Método general o variación de parámetros.**

Este método se usa para cualquier forma de  $r(x)$ .

La solución tiene la forma:

$$y_p = uy_1 + vy_2$$

Donde,  $y_1$  y  $y_2$  son solución de la ecuación homogénea correspondiente.

$u$  y  $v$  son calculadas así:

$$u = - \int \frac{y_2 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx$$

$$v = \int \frac{y_1 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx$$

Por lo tanto:

$$y_p = -y_1 \int \frac{y_2 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx + y_2 \int \frac{y_1 r(x)}{W(y_1, y_2)} dx$$

La solución final es  $y = y_h + y_p$ . (Carmona y Filio, 2011, p.209)

#### 5.9.1.4. Fase 4(Retención)

En esta fase se debe asegurar que el alumno esté claro con las ideas y conceptos recibidos, para que almacene en su memoria la información necesaria.

Para lo cual el docente debe crear un ambiente adecuado para que los estudiantes participen con sus dudas, inquietudes y opiniones, de manera que los contenidos queden claros y a su vez puedan ya irlos reteniendo en su memoria.

#### 5.9.1.5. Fase 5(Recuperación)

En esta fase se debe confirmar que los estudiantes recuerdan lo almacenado en su memoria, tanto los conceptos antiguos como los nuevos.

Para esto el docente debe realizar una actividad en la que participen los estudiantes a través de preguntas planteadas por el docente, de manera que los mismos alumnos sean quienes desarrollen el conocimiento, de esta manera el estudiante es el protagonista de la actividad, induciendo así a que recuerde lo aprendido y a su vez concatene conocimientos previos con nuevos.

#### 5.9.1.6. Fase 6(Generalización o transferencia)

En esta fase el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas o situaciones nuevas.

Para lo cual el docente debe plantear ejercicios y resolverlos de manera conjunta con los estudiantes, en la resolución debe aplicar los conocimientos impartidos en la fase 3, es decir la identificación de la EDO, el método para resolverla, la solución paso a paso, encontrar soluciones general y particular, y realizar un análisis de estas, pero siempre permitiendo la participación de los estudiantes.

#### ***Ejercicios para resolver:***

$$1) \quad y' - \frac{xy}{1-x^2} = 0$$

- a. Se identifica el tipo de EDO lineal

La ecuación cumple con la forma:

$$\frac{dy}{dx} + f(x)y = r(x)$$

Como  $r(x)=0$ , entonces la EDO lineal es homogénea.

- b. Para resolverla se aplica la ecuación general:

$$y = ce^{-\int f(x)dx}$$

$$y = ce^{-\int \frac{x}{1-x^2}dx}$$

$$y = ce^{-\frac{1}{2}\ln(x^2-1)}$$

$$y = ce^{\ln(x^2-1)^{-\frac{1}{2}}}$$

$$y = c \cdot (x^2 - 1)^{-\frac{1}{2}} \quad (\text{Solución General})$$

2)  $2xy' - y - 3x^2 = 0$        $(x=0, y=1)$

- a. Se identifica el tipo de EDO lineal

Se divide la ecuación para  $2x$ , ya que así cumple con la forma:

$$\frac{dy}{dx} + f(x)y = r(x)$$

$$y' - \frac{y}{2x} = \frac{3x}{2}$$

Como  $r(x)=0$ , entonces la EDO lineal es homogénea.

- b. Para resolverla se aplica la ecuación general:

$$y = e^{-\int f(x)dx} \left[ \int e^{-\int f(x)dx} r(x)dx + c \right]$$

$$y = e^{-\int -\frac{1}{2x} dx} \left[ \int e^{-\int -\frac{1}{2x} dx} \left( \frac{3x}{2} \right) dx + c \right]$$

$$y = e^{\frac{1}{2} \ln(x)} \left[ \int e^{\frac{1}{2} \ln(x)} \left( \frac{3x}{2} \right) dx + c \right]$$

$$y = x^{\frac{1}{2}} \left[ \int x^{\frac{1}{2}} \left( \frac{3x}{2} \right) dx + c \right]$$

$$y = x^{\frac{1}{2}} \left[ \int x^{\frac{1}{2}} \left( \frac{3x}{2} \right) dx + c \right]$$

$$y = x^{\frac{1}{2}} \left[ x^{\frac{3}{2}} + c \right] \quad (\text{Solución General})$$

- c. Para encontrar la solución particular reemplazamos (x=0, y=1) en la solución general:

$$y = x^{\frac{1}{2}} \left[ x^{\frac{3}{2}} + c \right]$$

$$1 = (0)^{\frac{1}{2}} \left[ (0)^{\frac{3}{2}} + c \right]$$

$$1 = 1[1 + c]$$

$$1 = 1 + c$$

$$c = 0$$

$$y = x^{\frac{1}{2}} \left( x^{\frac{3}{2}} \right)$$

$$y = x^2 \quad (\text{Solución Particular})$$

#### 5.9.1.7. Fase 7(Desempeño)

En esta fase el alumno debe estar en la capacidad de dar una respuesta, analizarla y discutirla.

Para lo cual el docente utilizará el GeoGebra como elemento de apoyo para corroborar las soluciones obtenidas en los ejercicios anteriores y a su vez que en cada uno de los ejercicios los estudiantes deben analizar la solución general, las posibles soluciones particulares y discutir las, enfocándose tanto en la solución algebraica como también en la solución gráfica.

Además, utilizará el GeoGebra para resolver aplicaciones con ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

Los comandos para utilizar en GeoGebra son:

ResuelveEDO(<Ecuación>)

ResuelveEDO(<Ecuación>,<Punto(s) de f>)

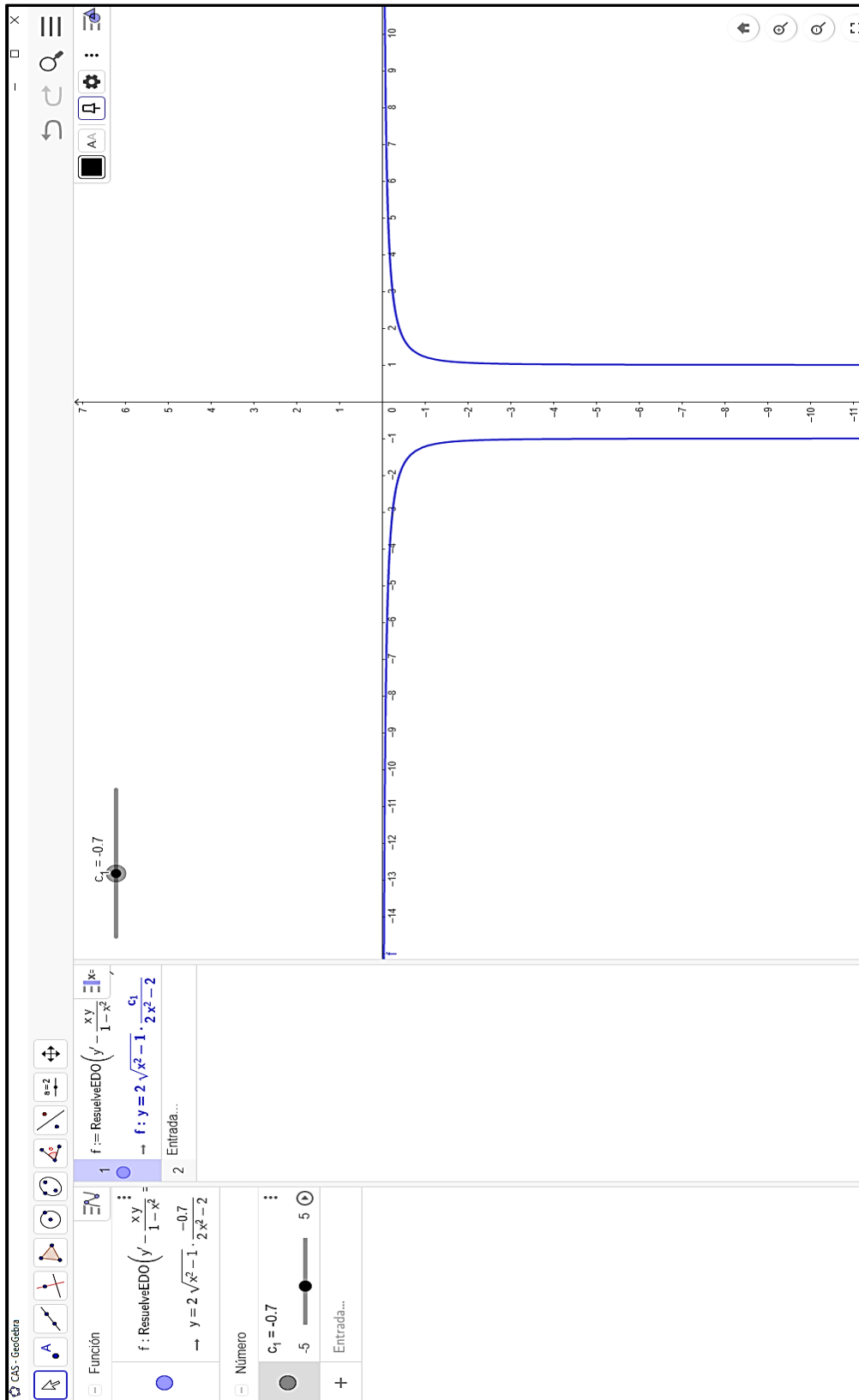
Deslizador a:=valor

Punto Fijo A:=(x,y)

**Procedimiento:**

- Abrir la ventana de GeoGebra
- Abrir la Vista CAS
- En la entrada ingresar el comando:  
ResuelveEDO(<Ecuación>) Para encontrar una solución general  
ResuelveEDO(<Ecuación>, <Punto(s) de f>) Para encontrar una solución particular
- Presionar Enter, y la solución aparece
- Para ver la representación gráfica dar clic sobre el círculo izquierdo de la línea de entrada.

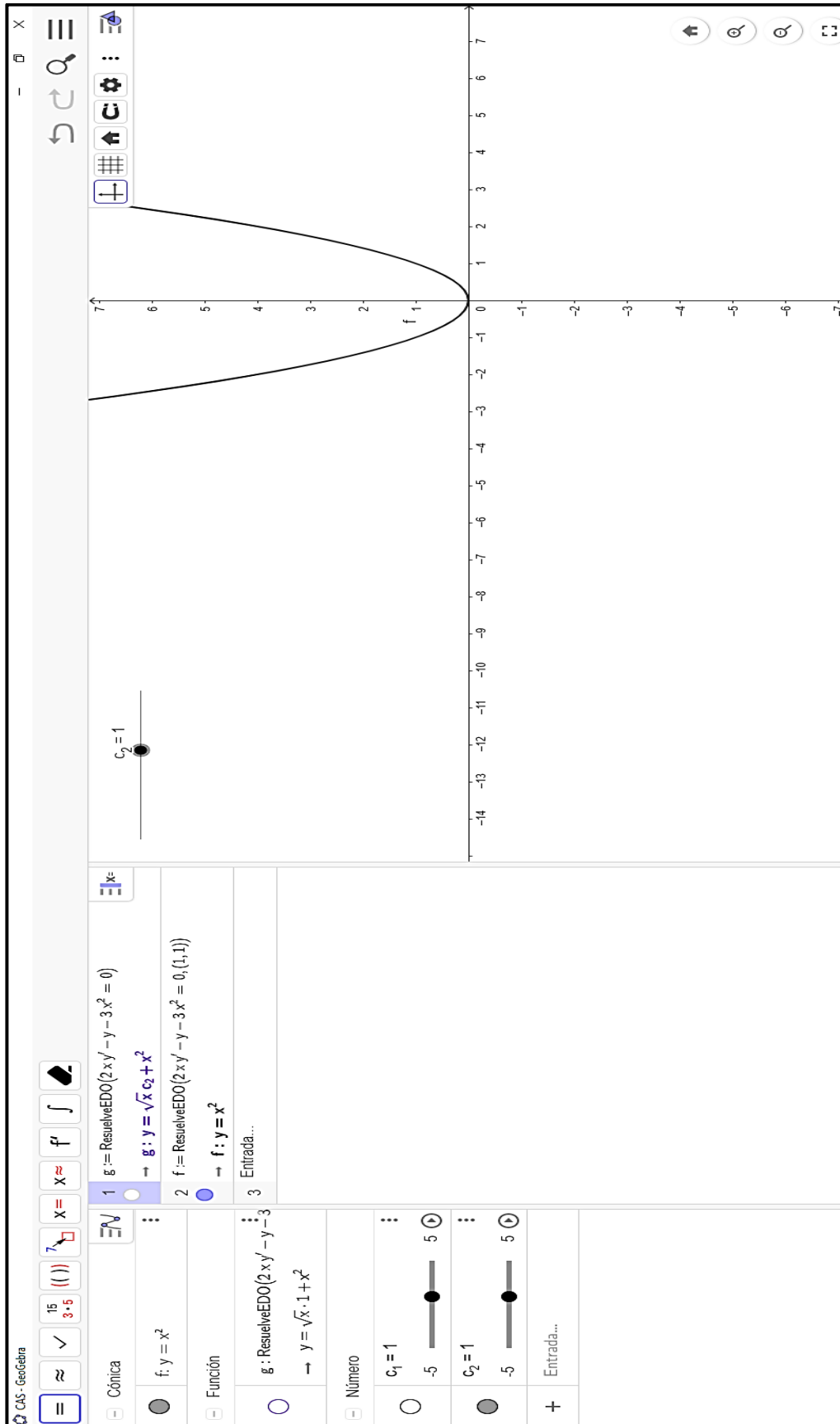
$$1) y' - \frac{xy}{1-x^2} = 0$$



**Figura 1-5.** Soluciones gráfica y analítica de una EDO lineal realizada en GeoGebra.  
 Realizado por: Bonilla, S. 2021



$$2) \quad 2xy' - y - 3x^2 = 0 \quad (x=0, y=1)$$



**Figura 2-5.** Soluciones particulares gráfica y analítica de una EDO lineal en GeoGebra.  
 Realizado por: Bonilla, S. 2021

## **Aplicaciones de EDO lineales como modelos matemáticos, utilizando el programa GeoGebra**

En esta parte el docente planteará las EDO Lineales como modelos matemáticos, luego de la explicación teórica procederá a utilizar el GeoGebra como apoyo para poder observar el comportamiento del modelo matemático y a su vez realizará un análisis y discusión de los resultados motivando a los estudiantes para que participen en ello.

Para modelos matemáticos los comandos a utilizar son:

CampoDirecciones(<f(x,y)>,<Número n>)

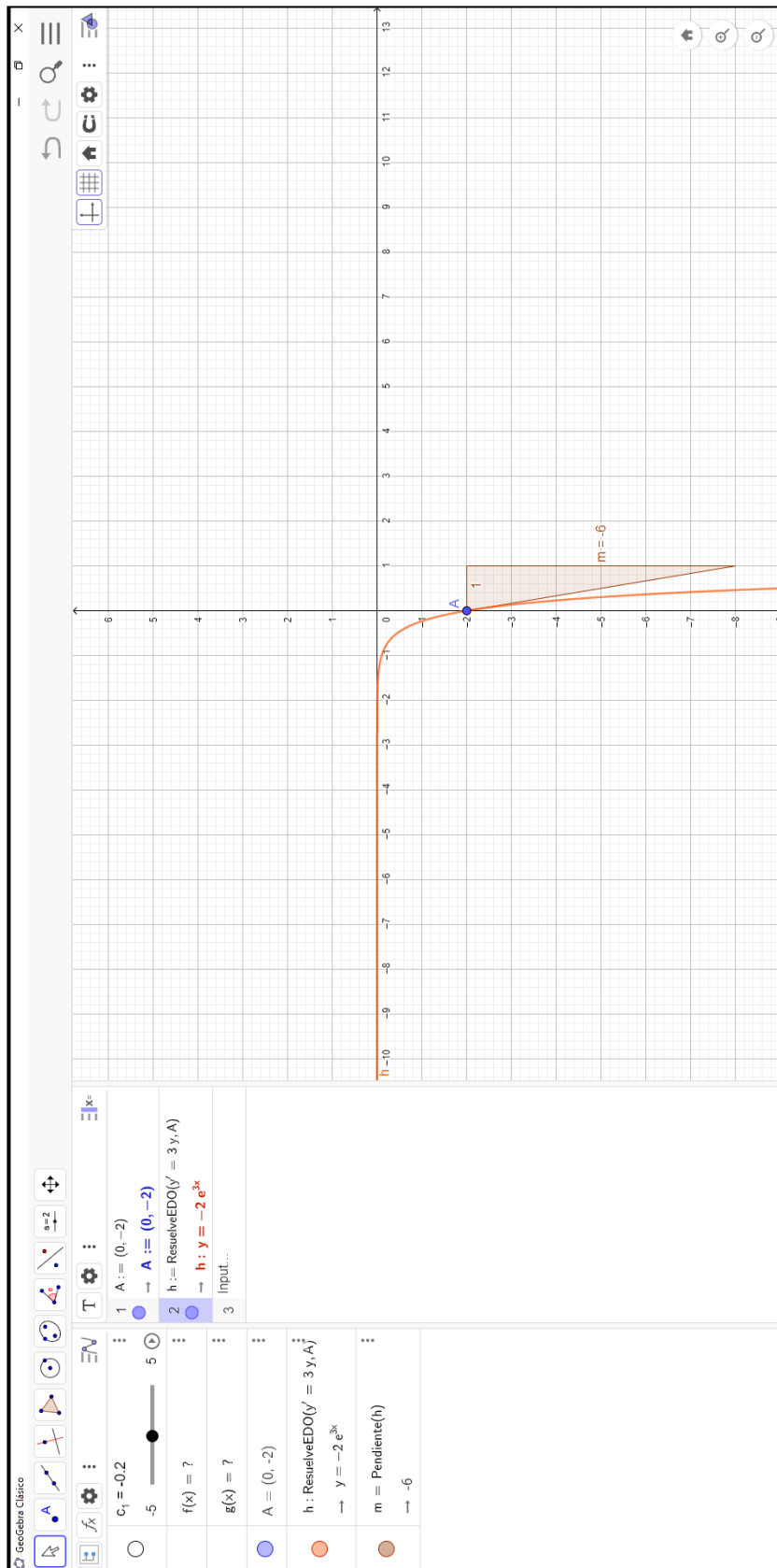
ResuelveEDO(<Ecuación>)

ResuelveEDO(<Ecuación>,<Punto(s) de f>)

Deslizador a:=valor

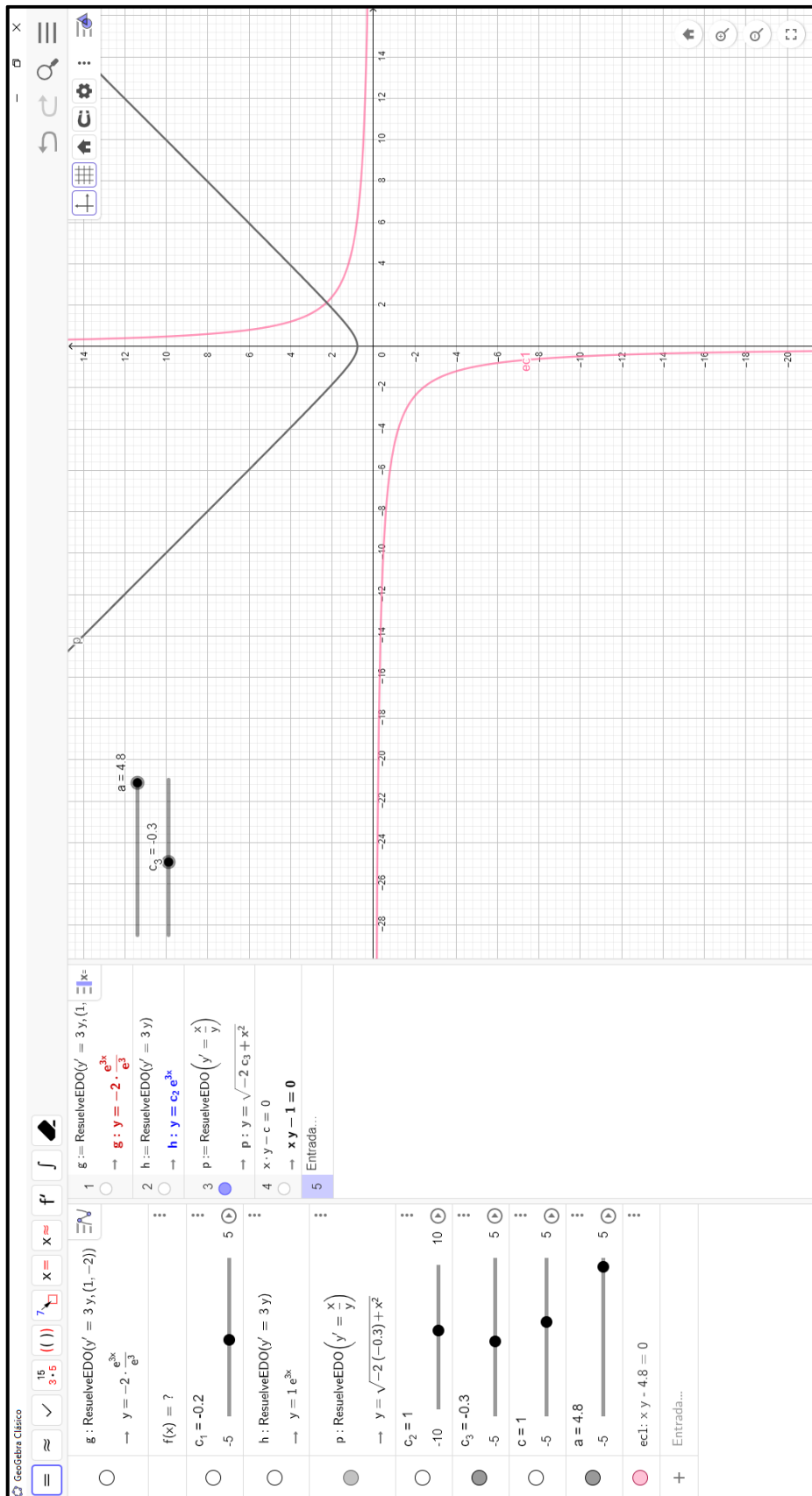
Punto Fijo A:=(x,y)

- Hallar una curva que pasa por el punto de coordenadas (0,-2) de modo que el coeficiente angular de la tangente en cualquiera de sus puntos sea igual a 3 veces la ordenada.



**Figura 3-5.** Soluciones gráfica y analítica de un modelo matemático en GeoGebra.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

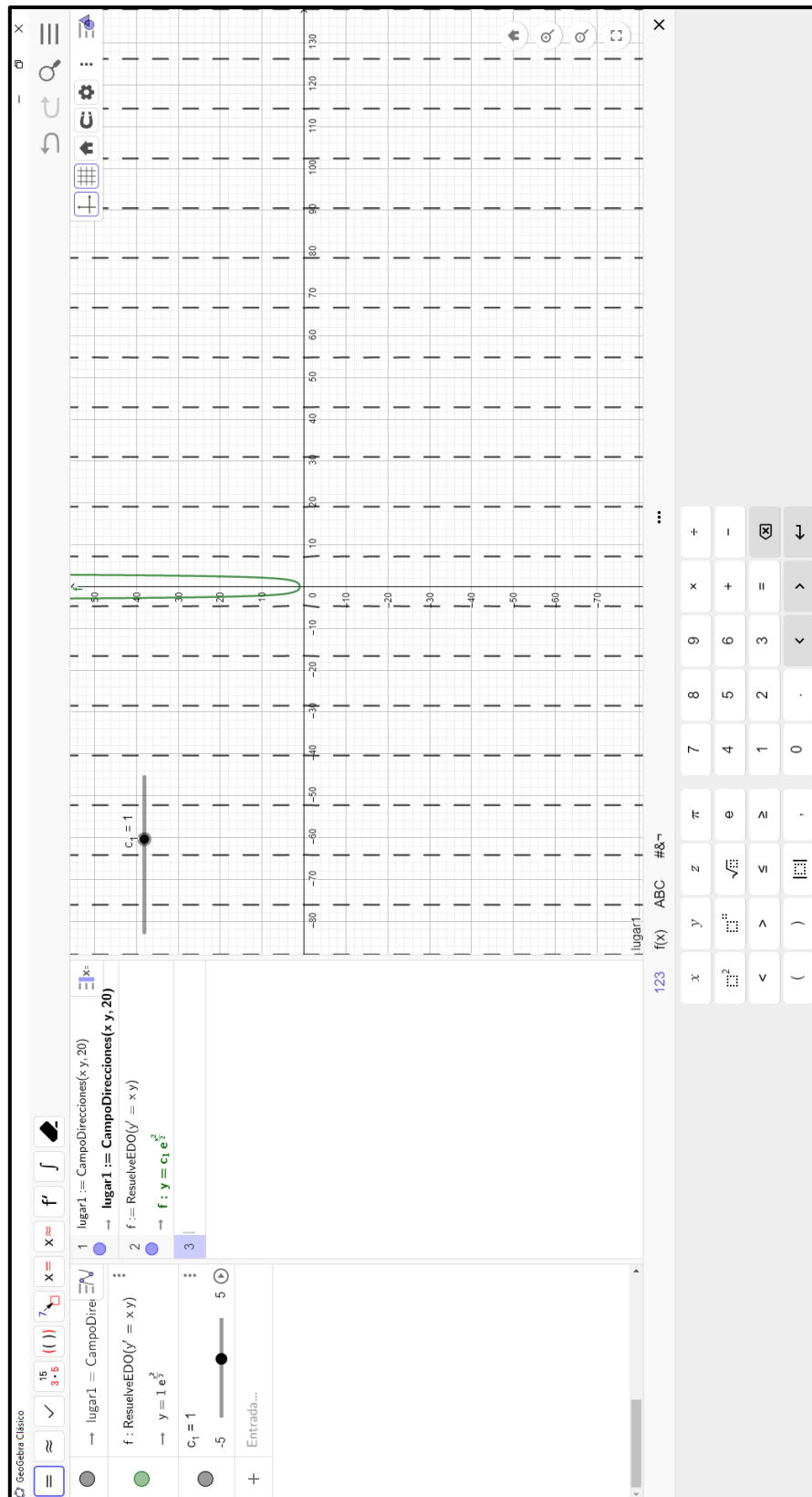
2. Hallar la familia de curvas ortogonales a la familia de hipérbolas  $xy - c = 0$



**Figura 4-5.** Soluciones gráfica y analítica de una familia de curvas ortogonales en GeoGebra.  
 Realizado por: Bonilla, S. 2021

### 3. Campos direccionales

Dada la EDO:  $y'=xy$ , analizar su campo vectorial en el punto (1,1)



**Figura 5-5.** Soluciones gráfica y analítica de campos direccionales realizado en GeoGebra.  
Realizado por: Bonilla, S. 2021

#### 5.9.1.8. Fase 8(Retroalimentación)

Esta fase tiene como propósito la afirmación o verificación de la relación existente entre un criterio establecido de antemano y la validez de la respuesta aprendida.

Para lo cual el docente debe realizar una retroalimentación de los contenidos aprendidos, permitiendo la participación activa de los estudiantes con dudas, inquietudes y opiniones con el fin de que corroboren la información recibida.

En esta etapa el docente debe plantear ejercicios de refuerzo necesarios y suficientes, con el fin de que el estudiante en su tiempo de aprendizaje autónomo realice los ejercicios, los analicen y verifiquen con GeoGebra.

#### ***Tarea complementaria***

Resolver las siguientes Ecuaciones Diferenciales, comprobarlas con GeoGebra y analizar el comportamiento de las curvas:

$$1)y' = 5y - 5xy^3$$

$$2)y' = y + y^2 + 1$$

## CONCLUSIONES

- Se utilizó GeoGebra (software libre) como una estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias, el cual fue aceptado por los estudiantes del tercer semestre de la facultad de Mecánica de la ESPOCH, ya que por las características que posee motivó a los estudiantes en su manejo fácil e intuitivo, permitiendo una corroboración de los conocimientos enseñados por el docente y ayudando a la interactividad de los estudiantes. El grupo experimental tuvo una mejor calificación en la prueba objetiva comparado con el grupo de control, lo cual se demostró al obtener la media de las calificaciones obtenidas en cada uno ( $1,1177 > 0,8365$ ).
- Al realizar el diagnóstico mediante la encuesta, entre las dificultades que los alumnos tienen para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales se identificaron: la interpretación de resultados, la determinación de una solución particular y la resolución de integrales, las cuales se superaron mediante la utilización del GeoGebra como una herramienta de apoyo.
- Se analizó los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre, del aprendizaje y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, lo cual permitió escoger el software adecuado para la propuesta didáctica, así como también la teoría del aprendizaje apropiada y el marco teórico a enseñar a los estudiantes.
- El análisis de los resultados obtenidos en la encuesta diagnóstica permitió estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de GeoGebra resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, la cual se basó en la teoría constructivista del aprendizaje con actividades adecuadas que permitieron superar las dificultades que se presentaron en la enseñanza tradicional.
- La propuesta desarrollada se aplicó en el grupo experimental, la cual permitió la participación activa de los estudiantes, fortaleció la comprensión del tema y desarrolló el análisis crítico de los resultados, ya que al utilizar GeoGebra como un graficador de las posibles soluciones el estudiante pudo observar el comportamiento de las mismas.
- La aplicación de la prueba objetiva a los dos grupos (experimental y de control), permitió validar la solvencia de la propuesta didáctica aplicada, pues mediante la prueba z normal se comprobó la hipótesis de que la utilización de software libre en este caso GeoGebra incrementa el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, al obtenerse un valor de z calculado = 5,57 mayor que el z crítico = 1,96.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la utilización de softwares en el aprendizaje de cualquier tema de las Matemáticas, ya que se evidencia que, a más motivar a los estudiantes, el rendimiento académico mejora.
- Que en el proceso enseñanza aprendizaje se aplique la teoría constructivista, con el fin de que el estudiante sea el centro del proceso, lo cual le motive a participar y a desarrollar su auto aprendizaje.
- Realizar evaluaciones objetivas, las cuales permitan identificar las dificultades que poseen los estudiantes, subsanarlas y así llegar a una comprensión total del tema.
- Capacitar a los docentes en la utilización de distintos softwares educativos, con el fin de que los apliquen en sus clases, ya que esto se constituye en una estrategia didáctica adecuada para mejorar el aprendizaje.



## BIBLIOGRAFÍA

- Amat, J.** (enero de 2016). Análisis de la homogeneidad de varianza (homocedasticidad). Recuperado de: [https://www.cienciadedatos.net/documentos/9\\_homogeneidad\\_de\\_varianza\\_homocedasticidad.html](https://www.cienciadedatos.net/documentos/9_homogeneidad_de_varianza_homocedasticidad.html)
- Arias, J.** (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2238>
- Ascheri, M., Pizarro, R., Astudillo, G., García, P., Culla, M., & Pauletti, C.** (Junio, 2016). Software educativo para la resolución numérica y gráfica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Trabajo presentado en XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina) de Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI), Entre Ríos, Argentina.
- Báez, N. & Blanco, R.** (2020). La epistemología de la matemática en su didáctica. Revista Mikarimin. 3(6). [105-116]. Recuperado de <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2057/1424>
- Barrón, M.** (2020). La educación en línea. Transiciones y disrupciones. Recuperado de: [http://132.248.192.241:8080/xmlui/handle/IISUE\\_UNAM/540](http://132.248.192.241:8080/xmlui/handle/IISUE_UNAM/540)
- Bencardino, C.** (2019). Estadística básica aplicada. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WlckEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP5&dq=prueba+de+hipotesis+de+distribucion+normal&ots=n8KVw55wln&sig=jcB2KTcB\\_z5-mwybj5uRKffIS8#v=onepage&q=prueba%20de%20hipotesis%20de%20distribucion%20normal&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WlckEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP5&dq=prueba+de+hipotesis+de+distribucion+normal&ots=n8KVw55wln&sig=jcB2KTcB_z5-mwybj5uRKffIS8#v=onepage&q=prueba%20de%20hipotesis%20de%20distribucion%20normal&f=false)
- Bravo, F., Trelles, C., & Barraqueta, J.** (2017). INNOVA Research Journal. Reflexiones sobre la evolución de la clase de matemáticas en el bachillerato ecuatoriano, 2(7), [1-12]. Recuperado de: <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n7.2017.218>
- Brown, A. (1975).** The development of memory: knowing about knowing and knowing how to know. En H. Reese (Ed.) Advances in child development and behavior 1 O. Nueva York: Academic Press.

- Cantoral, R.** (2016). Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: un reporte iberoamericano. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/53145?page=178>
- Carmona, I. y Filio, E.** (2011). Ecuaciones diferenciales. México: Pearson.
- Castaño, G.** (2019). Notas de clase para un curso de ecuaciones diferenciales. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/125404?page=21>
- Castro, S., Paz, M., & Cela, E.** (2020). Aprendiendo a enseñar en tiempos de pandemia COVID-19: nuestra experiencia en una universidad pública de Argentina. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 14(2). Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2020.1271>
- Cerda, G., Pérez, C., Casas, J. & Ortega, R.** (2017). Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: La necesidad de un análisis multidisciplinar. *Psychology, Society, & Education*, 9(1), [1-10]. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6360203>
- Collí, S., González, A. y Pinto, J.** (2020). *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*. La enseñanza de las matemáticas: una reflexión sobre su transformación necesaria en tiempos de contingencia. 2(277). [16-29]. Recuperado de: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiJ6vSgveXwAhV3TDABHfemAQ0QFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.revistauniversitaria.uady.mx%2Fpdf%2F277%2Fru277-3.pdf&usg=AOvVaw1RbcR\\_rxYW8nKEP9DZS1nL](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiJ6vSgveXwAhV3TDABHfemAQ0QFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.revistauniversitaria.uady.mx%2Fpdf%2F277%2Fru277-3.pdf&usg=AOvVaw1RbcR_rxYW8nKEP9DZS1nL)
- Concha, M.** (2017). E-learning, educación a distancia y teorías del aprendizaje en el Siglo XXI. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/e-learning-educacion-a-distancia-teorias-aprendizaje-siglo-xxi/>
- Contreras, Y., & Espinosa, J.** (2016). RECME - Revista Colombiana De Matemática Educativa. Objeto virtual de aprendizaje: función lineal, 1(1b), [28-38]. Recuperado de: <http://ojs.asocolme.org/index.php/RECME/article/view/174>
- Del Río Manjarrez, B., Álvarez, J. A. U., & Islas, K. N. F.** (2020). *Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México*. Validez de contenido y consistencia interna de una escala de autoeficacia para el trabajo en equipo dentro de entornos laborales en futuros egresados, 9(17), [73-93]. Recuperado de: <https://revistapsicologia.uaemex.mx/article/view/15222>

- Díaz, E.** (24 de abril de 2020). Dolor docente. Página 12. Recuperado de <https://www.pagina12.com.ar/261424-dolor-docente>
- Docentes al día.** (2019). ¿Qué son las estrategias de aprendizaje? definición, tipos y ejemplos. Recuperado de: <https://docentesaldia.com/2019/12/15/que-son-las-estrategias-de-aprendizaje-definicion-tipos-y-ejemplos/>
- Ecured.** (2021). Aprendizaje. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Aprendizaje>
- Ecured.** (2021). Estrategia Didáctica. Recuperado de: [https://www.ecured.cu/Estrategia\\_Did%C3%A1ctica](https://www.ecured.cu/Estrategia_Did%C3%A1ctica)
- Escorza, Y., & Aradillas, A.** (2020). Teorías del aprendizaje en el contexto educativo. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=5LuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=TEORIAS+DEL+APRENDIZAJE+&ots=CCt0yGWCCx&sig=cMoUGdxRuSd3iCOcq5XU8rOm7C4&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=5LuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=TEORIAS+DEL+APRENDIZAJE+&ots=CCt0yGWCCx&sig=cMoUGdxRuSd3iCOcq5XU8rOm7C4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Espinosa, J.** (2018). Investigación y Praxis en la Enseñanza de las Matemáticas. Software: Aplicaciones de ecuaciones diferenciales de primer orden. Investigación y Praxis en la Enseñanza de las Matemáticas. Recuperado de: [https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/3204/Investigaci%C3%B3nPraxis\\_Ense%C3%B1anzadelasMatem%C3%A1ticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=258](https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/3204/Investigaci%C3%B3nPraxis_Ense%C3%B1anzadelasMatem%C3%A1ticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=258)
- Espinoza, R.** (2020). Estrategias didácticas de matemáticas y aprendizaje significativo según docentes del nivel inicial en la Red 11 Ugel 06-Ate 2019. (Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52447>
- Figuroa, H., Muñoz, K., Lozano, E. y Zabala, D.** (2017). Análisis crítico del conductismo y constructivismo, como teorías de aprendizaje en educación. Revista Órbita Pedagógica. 4(1). [1-12]. Recuperado de <http://www.refcale.uleam.edu.ec/index.php/enrevista/article/view/2312>
- Gallardo, P. y Camacho, J.** (2016). La motivación y el aprendizaje en educación. Wanceulen Editorial. <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/33740>
- García, A. y Reich, D.** (2016). Ecuaciones diferenciales: una nueva visión. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/epoch/39371?page=20>.

- García, D.** (2018). Razones para usar Software Libre en Educación. *Letras ConCiencia Tecnológica*, 1(11), [65-74]. Recuperado de: <https://revistas.itc.edu.co/index.php/letras/article/view/106>
- García, R., Hernández, M., Díaz, H. y Eguía, A.** (2020). Diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje de simulación en ambientes virtuales con tecnologías de información y comunicación. *TECTZAPIC: Revista Académico-Científica*, 6(1), [23-31]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7757606>
- GeoGebra.** (2021). Acerca de GeoGebra. Recuperado de: <https://www.geogebra.org/about>
- Godino, J.** (Agosto, 2017). Construyendo un sistema modular e inclusivo de herramientas teóricas para la educación matemática. Trabajo presentado en el Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico de la Universidad de Jaén, Jaén, España.
- Gómez, C., Hernández, M., & Ramos, R.** (2016). Principios epistemológicos para el proceso de la enseñanza-aprendizaje, según el pensamiento complejo de Edgar Morin. *Pueblo Continente*, 27(2), [471-479]. Recuperado de: <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/699>
- González, M.** (2021). Características de GeoGebra. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/geogebra1112/caracteristicas-de-geogebra>
- Hernández, C., Jaimes, L., & Chaves, R.** (2016). Mundo FESC. Modelos de aplicación de ecuaciones diferenciales de primer orden con geogebra: actividades para resolver problemas de mezclas, 6(11), [7-15]. Recuperado de: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/77>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P.** (2016). Metodología de la investigación. Recuperado de: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Juárez, L. y Tobón, S.** (2018). Análisis de los elementos implícitos en la validación de contenido de un instrumento de investigación. *Revista Espacios*, 39 (Número Especial CITED), [23-30]. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/328887439\\_Analisis\\_de\\_los\\_elementos\\_implicitos\\_en\\_la\\_validacion\\_de\\_contenido\\_de\\_un\\_instrumento\\_de\\_investigacion/link/5be9a2dc4585150b2bb22cec/download](https://www.researchgate.net/publication/328887439_Analisis_de_los_elementos_implicitos_en_la_validacion_de_contenido_de_un_instrumento_de_investigacion/link/5be9a2dc4585150b2bb22cec/download)

- Kemp, J. & Smellie, D.** (1989). *Planning, producing, and using instructional media*. Recuperado de: <https://www.goodreads.com/book/show/2975425-planning-producing-and-using-instructional-technologies>
- Kolb, A. & Kolb, D.** (2017). *Experiential Learning & Teaching in Higher Education*. *Experiential learning Theory as a guide for Experiential educators in higher Education*, 1(1). [30-42]. Recuperado de: <https://nsuworks.nova.edu/elthe/vol1/iss1/7>
- López, D.** (2019). *Análisis de Caso: Bajo rendimiento académico en el área de matemáticas del Tercero de Básica paralelo A, de la Unidad Educativa Santa María de la Esperanza, período Lectivo 2018-2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18079/4/UPSC-CT008588>
- Majadas, F.** (2017). *Geogebra: panorama actual y futuro | Observatorio Tecnológico*. Recuperado de: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/software-educativo/1082-geogebra-panorama-actual-y-futuro>
- Maldonado, J., & Astudillo, G.** (2014). *Los Objetos de Aprendizaje: Un estado del arte en Iberoamérica*. En VI Conferencia Iberoamericana sobre Tecnologías y Aprendizaje, Miami, Estados Unidos. Recuperado a partir de <https://pdfs.semanticscholar.org/7552/c4b6c6ba246ebec773a3a6167186811a81db.pdf>
- Márquez, N.** (2018). *Las estrategias cognitivas y metacognitivas en estudiantes de sexto semestre de la licenciatura en educación especial*. En Salazar, C., Peña, C. y Medina, R. (Comp.). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la docencia universitaria* Recuperado de: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjnn\\_20xeXwAhX0SDABHQBoAAwQFjAAegQIAhAD&url=http%3A%2F%2Fww.uco1.mx%2Fcontent%2Fpublicacionesenlinea%2Fadjuntos%2FEstrategias-de-ensenanza-y-aprendizaje-para-la-docencia-universitaria\\_473.pdf&usq=AOvVaw0IGrKSdCN7aWZnumiARKlf](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjnn_20xeXwAhX0SDABHQBoAAwQFjAAegQIAhAD&url=http%3A%2F%2Fww.uco1.mx%2Fcontent%2Fpublicacionesenlinea%2Fadjuntos%2FEstrategias-de-ensenanza-y-aprendizaje-para-la-docencia-universitaria_473.pdf&usq=AOvVaw0IGrKSdCN7aWZnumiARKlf)
- Martínez, J., Palacios, G. y Juárez, L.** (2020). *Diseño y validación del instrumento “enfoque directivo en la gestión para resultados en la sociedad del conocimiento”*. *Revista Espacios*, 41 (01). [13-25]. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n01/20410113.html>
- Méndez, N.** (2021). *¿Qué es la enseñanza?* Recuperado de: <http://www.nelsonmendez.com/2009/11/que-es-la-ensenanza.html>

- Mendoza, D., Nieto, Z. y Vergel M.** (2019). Technology and Mathematics as a Cognitive Component. *Journal of Physics: Conference Series*, 1414 (012007), [s/p]. doi: 10.1088/1742-6596/1414/1/012007. Disponible en: <https://works.bepress.com/derling-mendoza/30/download/>
- Meroño, L., Calderón, A., & Arias, J.** (2021). Pedagogía digital y aprendizaje cooperativo: efecto sobre los conocimientos tecnológicos y pedagógicos del contenido y el rendimiento académico en formación inicial docente. *Revista de Psicodidáctica*, 26(1), [53-61]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1136103420300381>
- Mesén, L.** (2019). Teorías de aprendizaje y su relación en la educación ambiental costarricense. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(1). [187 - 202]. <https://doi.org/10.15359/rep.14-1.8>
- Minitab Blog Editor.** (18 de abril del 2019). Comprensión del Análisis de Varianza (ANOVA) y la Prueba F. Recuperado de: <https://blog.minitab.com/es/comprehension-del-analisis-de-varianza-anova-y-la-prueba-f>
- Mombo, F.** (2015). El proceso de enseñanza - aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias: una estrategia didáctica con integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el Instituto Superior de Ciencias de la Educación de Cabinda. (Tesis de posgrado - doctorado, Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”). Recuperado de: <https://elibro.net/ereader/siduncu/90570>
- Montecé, W.** (2017). Software GeoGebra y la enseñanza – aprendizaje de matemática de los estudiantes del octavo año de educación básica de la Unidad Educativa Nicolás Infante Díaz. Cantón Quevedo. (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3441>
- Morales, L., García, O., Torres, A., & Lebrija, A.** (2018). Habilidades cognitivas a través de la estrategia de aprendizaje cooperativo y perfeccionamiento epistemológico en Matemática de estudiantes de primer año de universidad. *Formación universitaria*, 11(2), [45-56]. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000200045&script=sci\\_arttext&tlng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000200045&script=sci_arttext&tlng=e)
- Moreira, P.** (2019). El aprendizaje significativo y su rol en el desarrollo social y cognitivo de los adolescentes. *Rehuso*, 4(2), [1-12]. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1845>

- Moreno, G., Martínez, R., Moreno, M., Fernández, M., & Guadalupe, S.** (2017). Acercamiento a las Teorías del Aprendizaje en la Educación Superior. Revista UNIANDES Episteme, 4 (1). [48 - 60]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756396>
- Muñoz, M., Porras, M. & González, M.** (Julio,2017). Aplicación de software matemático para el logro de aprendizajes en aplicaciones del cálculo diferencial e integral, en estudiantes universitarios. Trabajo presentado en el Tercer Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas: Por una educación inclusiva con todos y para el bien de todos del Instituto Superior Tecnológico Bolivariano, Machala, Ecuador.
- Muñoz, M. & Porras, M.** (2018). Conference Proceedings UTMACH. Wolfram Alpha, GeoGebra y Derive como integrantes de la formación STEM. 2(2). [41-53]. Recuperado de: <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/303>
- Nieto, J.** (2018). Recursos educativos digitales para el manejo de GeoGebra (Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado de: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9756>
- Olmedo, N., & Farrerons, O.** (2017). Modelos Constructivistas de Aprendizaje en Programas de Formación. Recuperado de: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=xT9BDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PI&dq=teorias+del+aprendizaje+constructivismo&ots=i4Wc4aXO3b&sig=ji3nfQDxh36sAsNZKC9JxIwt7LU&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=xT9BDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PI&dq=teorias+del+aprendizaje+constructivismo&ots=i4Wc4aXO3b&sig=ji3nfQDxh36sAsNZKC9JxIwt7LU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Ortiz, R.** (2018). Software libre Concepto y definición de software libre, historia y evolución, características de los softwares libres, software libre y la educación, aplicaciones. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle). Recuperado de: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/4083>
- Paladines, F.** (2018). Introducción a la Psicología Evolutiva de la Infancia. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19018>
- Panizza, M.** (octubre, 2018). Enseñanza de las matemáticas en el nivel inicial. Trabajo presentado en el Seminario 2018 de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Quispe, F.** (2019). Software libre Concepto y definición de Software libre, historia y evolución, características de los Software libre, Software libre y la educación, aplicaciones. (Tesis

de pregrado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle). Recuperado de: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/4616>

**Rinaldi, C.** (2021). En diálogo con Reggio Emilia: Escuchar, investigar y aprender. Recuperado de:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZGIIIEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=En+la+actualidad+el+rol+de+la+educaci%C3%B3n+es+crear+y+desarrollar+conocimiento+a+partir+de+la+adquisici%C3%B3n+de+aprendizajes+espec%C3%ADficos+y+relevantes+por+parte+de+los+estudiantes.+Pero+la+educaci%C3%B3n+se+convierte+en+promotora+del+desarrollo+solamente+cuando+es&ots=bIBj6-EVXR&sig=3vsKmRm5Z-ouVKiHzX8xqzqbGSs#v=onepage&q&f=false>

**Romero, J., Acurio, M. & Alvarado, E.** (2020). Software libre: Incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación básica. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 4(31), [63–71]. Recuperado de: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss31.2020pp63-71>

**Rovira, I.** (2021). Estrategias didácticas: definición, características y aplicación. Recuperado de: <https://psicologiamente.com/desarrollo/estrategias-didacticas>

**Ruiz, E.** (2020). La práctica docente universitaria en ambientes de educación a distancia. Tensiones y experiencias de cambio. Recuperado de: [http://132.248.192.241:8080/xmlui/handle/IISUE\\_UNAM/545](http://132.248.192.241:8080/xmlui/handle/IISUE_UNAM/545)

**Ruiz, L., & del Rivero, S.** (2019). Científica. Impacto de la matemática en el contexto de las ciencias con software matemático en ecuaciones diferenciales, 23(1). [13-21]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265002/61458265002.pdf>

**Saldarriaga, P., Bravo, G., y Loor, M.** (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. Revista Dominio de las Ciencias. 2(Edición Especial). [127-137]. Recuperado de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/298/355>

**Sánchez, C.** (2020). Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas durante la pandemia COVID-19. Hamut'ay, 7 (2). [46-57]. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i2.2132>

**Sánchez, R., Costa, O., Mañoso, L., Novillo, M. & Pericacho, F.** (2019). Orígenes del conectivismo como nuevo paradigma del aprendizaje en la era digital. Educación y



Humanismo, 21(36), 121-136. Recuperado de:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6786548>

**Sandoval, M. C. P.** (2016). Veinticinco años de Sociología de la Educación: viejas y 'nuevas' realidades. *Espacio Abierto*, 25(3), [37-48]. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/pdf/122/12249678002.pdf>

**Solís, C.** (2015). Propósitos y representaciones. Creencias sobre enseñanza y aprendizaje en docentes universitarios: Revisión de algunos estudios, 3(2), [227-260]. doi:  
<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2015.v3n2.83>

**Universidad Adventista de Chile.** (2017). Formato de Validación por Expertos - Guía para validar instrumentos de investigación. Recuperado de:  
<https://es.scribd.com/document/426986790/INSTRUMENTOS-Validacion-Expertos-Cuestionario-2>

**Urquiza, A., y Campana, A.** (2017). Revista Redipe. Programa de estrategias didácticas cognitivas para el desarrollo del razonamiento matemático. Una experiencia con estudiantes de bachillerato. 6(4). [99-111]. Recuperado de:  
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/228>

**Wampash, D.** (2018). Análisis de Caso: El bajo rendimiento académico en matemáticas, con los estudiantes del Sexto C de Educación General Básica de la Unidad Educativa Tres de Noviembre de la Ciudad de Cuenca, Año Lectivo 2017-2018. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16100/5/UPSC-CT007793>

**Zárate, M.** (2020). El desafío de enseñar matemáticas a distancia. Recuperado de:  
<https://patagonia.uach.cl/noticias/post.php?s=2020-07-31-el-desafio-de-ensenar-matematicas-a-distancia>

**Zill, D.** (2009). Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado. México: CENGAGE Learning.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

#### **FORMATO VALIDACIÓN DE ENCUESTAS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

##### **1. Título**

Utilización de Software Libre como Estrategia Didáctica para el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales en estudiantes del Tercer Semestre, Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

##### **2. Formulación del Problema**

¿Qué incidencia tiene la utilización de Software Libre como estrategia didáctica en el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del tercer semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo?

##### **3. Objetivos**

###### **Objetivo general:**

Utilizar un Software Libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

###### **Objetivos específicos:**

1. Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.
2. Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
3. Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

4. Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
5. Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba)

## **FORMULARIO**

Encuesta sobre el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

En las siguientes páginas usted debe evaluar el cuestionario para poder validarlo.

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las seis opciones que se presentan en los casilleros, siendo:

1 = muy en desacuerdo

2 = en desacuerdo

3 = en desacuerdo más que en acuerdo

4 = de acuerdo más que en desacuerdo

5 = de acuerdo

6 = muy de acuerdo

**Pregunta n.º 1**

**¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema "Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales"?**

- b. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 1:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 2**

**¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales?**

a. Análisis ( )   b. Comprensión ( )   c. Concentración ( )   d. Motivación ( )   e. Ninguna ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	<b>Grado de acuerdo</b>					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 2:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 3**

**¿En cuáles de los siguientes parámetros usted presenta dificultad al resolver EDO lineales?**

- i. Conceptos y definiciones ambiguas ( )
- j. Métodos de resolución ambiguos ( )
- k. Identificación en el tipo de ecuación( )
- l. Transformaciones necesarias en la ecuación ( )
- m. Aplicación del método de resolución ( )
- n. Resolución de Integrales ( )
- o. Determinación de una solución particular ( )
- p. Interpretación de resultados ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación: Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 3:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 4**

**¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje de EDO lineales, lo atribuye a?**

- e. Insuficientes conocimientos previos
- f. No le gusta el método de enseñanza del docente
- g. No existe el tiempo necesario en clase, por tanto no se realizan ejercicios suficientes
- h. No se utilizan estrategias didácticas que motiven el aprendizaje

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	<b>Grado de acuerdo</b>					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 4:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 5**

**¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema de EDO lineales son claros y concretos?**

- b. Nunca ( )    b. Casi nunca ( )    c. Ocasionalmente ( )    d. Casi Siempre ( )    e. Siempre ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación:</li> </ul> Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 5:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	



**Pregunta n.º 6**

**¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución de EDO lineales?**

- b. Nunca ( )    b. Casi nunca ( )    c. Ocasionalmente ( )    d. Casi Siempre ( )    e. Siempre ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación:</li> </ul> Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 6:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 7**

**¿Con qué facilidad aplica los conocimientos de EDO lineales para su resolución e interpretación de resultados?**

- b. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 7:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 8**

**¿Su nivel de comprensión del tema es?**

- a. Muy bajo ( )      b. Bajo ( )      c. Ni bajo ni alto ( )      d. Alto ( )      e. Muy alto ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación:</li> </ul> Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 8:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 9**

**¿Su capacidad para resolver EDO lineales e interpretar sus resultados es?**

- a. Muy baja ( )      b. Baja ( )      c. Ni baja ni alta ( )      d. Alta ( )      e. Muy alta ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación:</li> </ul> Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 9:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 10**

**¿Con qué facilidad le resulta aplicar las EDO lineales como modelos matemáticos e interpretar sus resultados?**

27. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación:</li> </ul> Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 10:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 11**

**¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de EDO lineales?**

- b. Muy desmotivado ( )    b. Desmotivado ( )    c. Algo motivado( )    d. Motivado ( )    e. Muy Motivado( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación: Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 11:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 12**

**¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de EDO lineales?**

a. Totalmente insatisfecho ( ) b. Insatisfecho ( ) c. Algo satisfecho ( ) d. Satisfecho ( ) e. Totalmente Satisfecho ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Utilizar un Software Libre como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 12:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 13**

**¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de EDO lineales?**

- b. Nunca ( )    b. Casi nunca ( )    c. Ocasionalmente ( )    d. Casi Siempre ( )    e. Siempre ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 13:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	



**Pregunta n.º 14**

**¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de EDO lineales?**

- b. Nunca ( )    b. Casi nunca ( )    c. Ocasionalmente ( )    d. Casi Siempre ( )    e. Siempre ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación:                      Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 14:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 15**

¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de EDO lineales es?

- b. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación: Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación: Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 15:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 16**

**¿Cuál de los siguientes softwares educativos matemáticos ha utilizado en la resolución de EDO lineales?**

- h. Derive
- i. Geogebra
- j. Octave
- k. Sagemath
- l. Maple
- m. Wolfram
- n. Ninguno

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación:                      Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación:                      Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 16:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 17**

**¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver EDO lineales es?**

- b. Muy bajo ( )      b. Bajo ( )      c. Ni bajo ni alto ( )      d. Alto ( )      e. Muy alto ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación: Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 17:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 18**

**¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver EDO lineales es?**

- b. Muy bajo ( )      b. Bajo ( )      c. Ni bajo ni alto ( )      d. Alto ( )      e. Muy alto ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación:                      Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación:                      Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 18:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 19**

**¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje de EDO lineales?**

- b. Muy en desacuerdo ( )    b. En desacuerdo ( )    c. Neutral( )    d. De acuerdo ( )    e. Muy de acuerdo( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación: Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 19:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 20**

**¿Conoce las ventajas y desventajas de usar un Software Libre, para el proceso de enseñanza-aprendizaje de EDO lineales?**

- c. Si ( )
- d. No ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación:                      Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 20:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 21**

**¿Qué importancia le da a la utilización de un software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de EDO lineales?**

- b. Nada importante( )    b. Poco importante( )    c. Algo Importante( )    d. Importante( )    e. Muy importante( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación: Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 21:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	



**Pregunta n.º 22**

**¿Considera usted que la utilización de un software libre permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?**

- b. Muy en desacuerdo ( )    b. En desacuerdo ( )    c. Neutral ( )    d. De acuerdo ( )    e. Muy de acuerdo ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	<b>Grado de acuerdo</b>					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación: Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 22:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 23**

**¿Le gustaría mejorar su aprendizaje de EDO lineales mediante la utilización de un software libre?**

- d. Si ( )
- e. No ( )
- f. Talvez ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> <b>(1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo;</b> <b>4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)</b>	<b>Grado de acuerdo</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación: Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 23:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 24**

**¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de EDO lineales?**

- b. Nunca ( )    b. Casi nunca ( )    c. Ocasionalmente ( )    d. Casi Siempre ( )    e. Siempre ( )

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 3 de la investigación: Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación: Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 24:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 25**

**¿Qué características valora en un software educativo?**

- e. Costo
- f. Facilidad de uso
- g. Organización del Entorno
- h. Ninguna

<b>Seleccione su respuesta:</b> <b>(1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo;</b> <b>4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)</b>	<b>Grado de acuerdo</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación: Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 25:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 26**

**¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo?**

- **Costo**

b. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- **Facilidad de uso**

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- **Facilidad de instalación**

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- **Organización del entorno**

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- **Interactividad**

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

Seleccione su respuesta: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 2 de la investigación: Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> </ul>						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 26:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Pregunta n.º 27**

**¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de EDO lineales?**

- f. Computador o Laptop
- g. Celular
- h. Tablet
- i. Software(s) educativo(s)
- j. Libros digitales

<b>Seleccione su respuesta:</b> (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 4 de la investigación:</li> </ul> Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.						

<b>Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º 27:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

## VALORACIÓN GENERAL DEL CUESTIONARIO

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente (ver Anexo 1)		
El número de preguntas del cuestionario es excesivo		
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

<b>Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestado:</b>	
N.º de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	<b>Evaluación general del cuestionario</b>			
	<b>Excelente</b>	<b>Buena</b>	<b>Regular</b>	<b>Deficiente</b>
Validez de contenido del cuestionario				

<b>Observaciones y recomendaciones en general del cuestionario:</b>	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Identificación del experto**

<b>Nombre y apellidos completos</b>	
<b>Filiación</b> (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	
<b>e-mail</b>	
<b>Teléfono o celular</b>	
<b>Fecha de la validación</b> (año, mes y día):	
<b>Firma</b>	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.



## ANEXO B

### VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA POR CADA EXPERTO

PREGUNTA		VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA							CONSIDERACIÓN DE LA PREGUNTA
		PUNTUACIÓN POR EXPERTO					PUNTUACIÓN FINAL POR PREGUNTA		
n.º	Evaluación	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	5	6	6	6	6	29,00	5,80	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	6	30,00	6,00	
2	Adecuación	5	6	5,67	5,33	6	28,00	5,60	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	6	6	6	29,00	5,80	
3	Adecuación	6	6	5,67	5,33	5,67	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	5,33	6	29,33	5,87	
4	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	6	30,00	6,00	
5	Adecuación	5	6	5,67	6	5,67	28,34	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	6	6	6	29,00	5,80	
6	Adecuación	5	6	5,67	6	6	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
7	Adecuación	4	6	5,33	6	5,67	27,00	5,40	VALIDADA
	Pertinencia	4	6	5	6	6	27,00	5,40	
8	Adecuación	4	6	5,67	6	5,67	27,34	5,47	VALIDADA
	Pertinencia	4	6	5	6	5	26,00	5,20	
9	Adecuación	5	6	5,33	6	6	28,33	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
10	Adecuación	5	6	5,33	6	5,67	28,00	5,60	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
11	Adecuación	5	6	5,67	6	6	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
12	Adecuación	5	6	6	6	6	29,00	5,80	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5,33	6	6	28,33	5,67	
13	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	6	30,00	6,00	
14	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	5	29,00	5,80	
15	Adecuación	5	6	5,67	6	6	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5,67	6	5,67	28,34	5,67	
16	Adecuación	5	6	6	5,33	6	28,33	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
17	Adecuación	6	6	6	6	5,67	29,67	5,93	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5	6	5,5	28,50	5,70	

18	Adecuación	6	6	6	5,33	5,67	29,00	5,80	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5,5	6	6	29,50	5,90	
19	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5,33	6	6	29,33	5,87	
20	Adecuación	6	6	5,67	6	6	29,67	5,93	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5	6	6	29,00	5,80	
21	Adecuación	5	6	5	6	6	28,00	5,60	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5,33	6	6	28,33	5,67	
22	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5,33	6	6	29,33	5,87	
23	Adecuación	6	6	5,33	6	6	29,33	5,87	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5,67	6	6	29,67	5,93	
24	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5,33	6	6	29,33	5,87	
25	Adecuación	4	6	6	5,67	6	27,67	5,53	VALIDADA
	Pertinencia	4	6	6	6	5	27,00	5,40	
26	Adecuación	5	6	5,67	5,67	6	28,34	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	6	6	6	29,00	5,80	
27	Adecuación	6	6	6	4,67	6	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	5	6	6	29,00	5,80	
<b>ADECUACIÓN (suma y promedio)</b>							155,67	5,77	<b>96,10% de validación</b>
<b>PERTINENCIA (suma y promedio)</b>							154,80	5,73	<b>95,55% de Validación</b>

## ANEXO C

### ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DEL TERCER SEMESTRE DE LA FACULTAD DE MECÁNICA

*OBJETIVO:* Utilizar un Software Libre como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales.

#### *INSTRUCCIONES*

Estimado/a estudiante:

Le solicito comedidamente se sirva disponer de unos minutos para contestar la presente encuesta con veracidad, ya que la información obtenida será utilizada únicamente con propósitos investigativos.

#### *DATOS GENERALES:*

1. **Sexo:**                          Masculino ( )                          Femenino ( )
2. **Edad:** \_\_\_\_\_

#### *CUESTIONARIO:*

1. ¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema "Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales"?  
a. Muy difícil ( )   b. Difícil ( )   c. Neutral ( )   d. Fácil ( )   e. Muy Fácil ( )
2. ¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales?  
a. Análisis ( )   b. Comprensión ( )   c. Concentración ( )   d. Motivación ( )   e. Ninguna ( )
3. ¿En cuáles de los siguientes parámetros usted presenta dificultad al resolver EDO lineales?  
a. Conceptos y definiciones ambiguas ( )  
b. Métodos de resolución ambiguos ( )  
c. Identificación en el tipo de ecuación ( )  
d. Transformaciones necesarias en la ecuación ( )  
e. Aplicación del método de resolución ( )  
f. Resolución de Integrales ( )  
g. Determinación de una solución particular ( )  
h. Interpretación de resultados ( )
4. ¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje de EDO lineales, lo atribuye a?  
a. Insuficientes conocimientos previos  
b. No le gusta el método de enseñanza del docente  
c. No existe el tiempo necesario en clase, por tanto no se realizan ejercicios suficientes  
d. No se utilizan estrategias didácticas que motiven el aprendizaje

5. ¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema de EDO lineales son claros y concretos?
- a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )
6. ¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución de EDO lineales?
- a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )
7. ¿Con qué facilidad aplica los conocimientos de EDO lineales para su resolución e interpretación de resultados?
- a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )
8. ¿Su nivel de comprensión del tema es?
- a. Muy bajo ( ) b. Bajo ( ) c. Ni bajo ni alto ( ) d. Alto ( )
9. ¿Su capacidad para resolver EDO lineales e interpretar sus resultados es?
- a. Muy baja ( ) b. Baja ( ) c. Ni baja ni alta ( ) d. Alta ( )
10. ¿Con qué facilidad le resulta aplicar las EDO lineales como modelos matemáticos e interpretar sus resultados?
- a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )
11. ¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de EDO lineales?
- a. Muy desmotivado ( ) b. Desmotivado ( ) c. Algo motivado ( ) d. Motivado ( ) e. Muy Motivado ( )
12. ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de EDO lineales?
- a. Totalmente insatisfecho ( ) b. Insatisfecho ( ) c. Algo satisfecho ( ) d. Satisfecho ( ) e. Totalmente Satisfecho ( )
13. ¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de EDO lineales?
- a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )
14. ¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de EDO lineales?
- a. Nunca ( ) b. Casi nunca ( ) c. Ocasionalmente ( ) d. Casi Siempre ( ) e. Siempre ( )
15. ¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de EDO lineales es?
- a. Muy difícil ( ) b. Difícil ( ) c. Neutral ( ) d. Fácil ( ) e. Muy Fácil ( )
16. ¿Cuál de los siguientes softwares educativos matemáticos ha utilizado en la resolución de EDO lineales?
- a. Derive

- b. Geogebra
- c. Octave
- d. Sagemath
- e. Maple
- f. Wolfram
- g. Ninguno

17. ¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver EDO lineales es?

- a. Muy bajo ( )
- b. Bajo ( )
- c. Ni bajo ni alto ( )
- d. Alto ( )
- e. Muy alto ( )

18. ¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver EDO lineales es?

- a. Muy bajo ( )
- b. Bajo ( )
- c. Ni bajo ni alto ( )
- d. Alto ( )
- e. Muy alto ( )

19. ¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje de EDO lineales?

- a. Muy en desacuerdo ( )
- b. En desacuerdo ( )
- c. Neutral ( )
- d. De acuerdo ( )
- e. Muy de acuerdo ( )

20. ¿Conoce las ventajas y desventajas de usar un Software Libre, para el proceso de enseñanza-aprendizaje de EDO lineales?

- a. Si ( )
- b. No ( )

21. ¿Qué importancia le da a la utilización de un software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de EDO lineales?

- a. Nada importante ( )
- b. Poco importante ( )
- c. Algo importante ( )
- d. Importante ( )
- e. Muy importante ( )

22. ¿Considera usted que la utilización de un software libre permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?

- a. Muy en desacuerdo ( )
- b. En desacuerdo ( )
- c. Neutral ( )
- d. De acuerdo ( )
- e. Muy de acuerdo ( )

23. ¿Le gustaría mejorar su aprendizaje de EDO lineales mediante la utilización de un software libre?

- a. Si ( )
- b. No ( )
- c. Talvez ( )

24. ¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de EDO lineales?

- a. Nunca ( )
- b. Casi nunca ( )
- c. Ocasionalmente ( )
- d. Casi Siempre ( )
- e. Siempre ( )

25. ¿Qué características valora en un software educativo?

- a. Costo
- b. Facilidad de uso
- c. Organización del Entorno
- d. Ninguna

26. ¿Qué importancia le da a cada una de las siguientes características que tiene un software educativo?

- *Costo*

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- *Facilidad de uso*

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- *Facilidad de instalación*

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- *Organización del entorno*

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )

- *Interactividad*

a. Muy importante ( ) b. Importante ( ) c. Algo Importante ( ) d. Poco importante ( ) e. Nada importante ( )


27. ¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de EDO lineales?

- a. Computador o Laptop
- b. Celular
- c. Tablet
- d. Software(s) educativo(s)
- e. Libros digitales

**¡MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO!**

## ANEXO D

### MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANEJO DE GEOGEBRA



GeoGebra

Es un software de matemáticas para todo nivel educativo. Reúne dinámicamente geometría, álgebra, estadística y cálculo en registros gráficos, de análisis y de organización en hojas de cálculo.

Sus principales características son:

- Combina gráfica y dinámicamente álgebra y geometría, análisis y hojas de cálculo.
- Posee potentes herramientas en armonía con una interfaz intuitiva y ágil.
- Herramienta de autoría para crear recursos de aprendizaje interactivos como páginas web
- Disponible en cada idioma requerido por los millones de usuarios del mundo.
- Software de código abierto libre y disponible de forma gratuita.

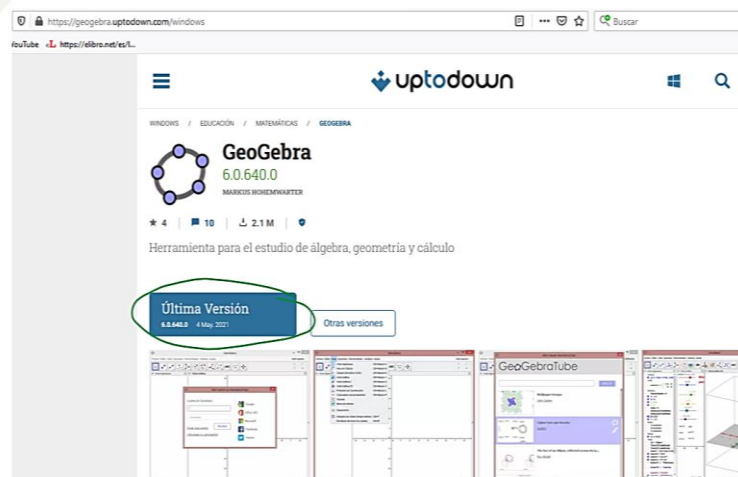
Por su libre agilidad de uso reúne a millones de personas que lo adoptan y comparten diseños y aplicaciones en su interfaz. Además que dinamiza el estudio, concordando lo experimental y lo conceptual para experimentar una organización didáctica y disciplinar que combine matemática, ciencias, ingeniería y tecnología, lo cual lo convierte en un recurso mundial, potente e innovador dentro de la enseñanza y el aprendizaje.

Autora: Sayuri Bonilla

# Instalación de GeoGebra

Autora: Sayuri Bonilla

- Sistema Windows : <https://geogebra.uptodown.com/windows>



Autora: Sayuri Bonilla



- Sistema Android: Instalar desde el Play Store



Autora: Sayuri Bonilla



**Organización GeoGebra**

**(Online)**

**[www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)**

Autora: Sayuri Bonilla

La página oficial de la organización GeoGebra ofrece a sus usuarios calculadoras, graficadoras en línea, así como también tutoriales, foros , actividades desarrolladas y muchas herramientas más con el fin de brindar ayuda y soporte.

GeoGebra - Aplicaciones matemáticas

Usa nuestras aplicaciones matemáticas en línea gratuitas para gráficas, geometría, 3D y mucho más!

**INICIAR CALCULADORA** RECURSOS

**Potentes aplicaciones matemáticas**

- Suite Calculadora
- Calculadora 3D
- Calculadora CAS
- Geometría

**Úsalos para los Exámenes**

- Calculadora gráfica
- Calculadora científica
- GeoGebra Clásico
- Examen

**Más aplicaciones geniales**

- Notes
- App Store
- Google Play
- Descargas

Recursos destacados

MOSTRAR TODO

Autora: Sayuri Bonilla

Geogebra Online: Click en Iniciar Calculadora dentro de la página principal de la Organización

GeoGebra Suite Calculadora Calc. Gráfica

ABRIR SESIÓN

Entrada...

123 0(x) ABC #5^-

x y π e 7 8 9 × +

□² □³ √ √[ ] 4 5 6 ÷ -

< > s z 1 2 3 =

ans . ( ) 0 - < > ←

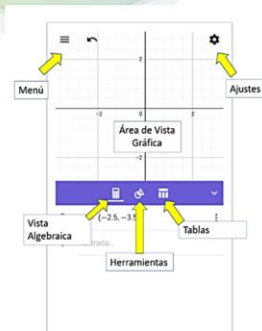
Autora: Sayuri Bonilla

# Interfaz en Sistema Android

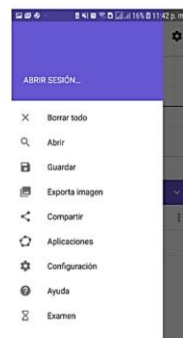


Autora: Sayuri Bonilla

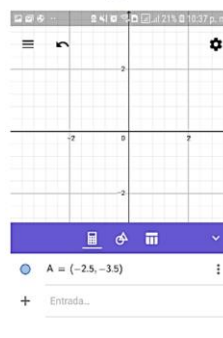
## Ventana Principal



## Menú



## Vista Algebraica



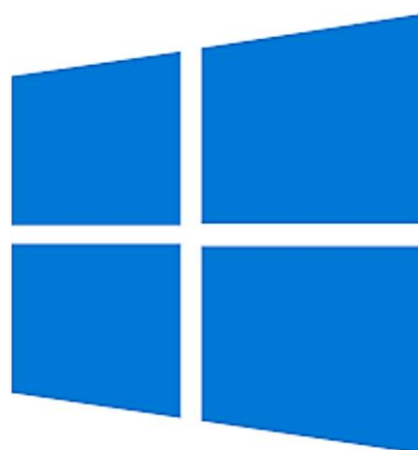
## Herramientas



Ajustes. Al desplegar en este ícono aparecen 3 opciones: General, Vista Gráfica, Álgebra, las cuales deben ser modificadas según las necesidades del usuario

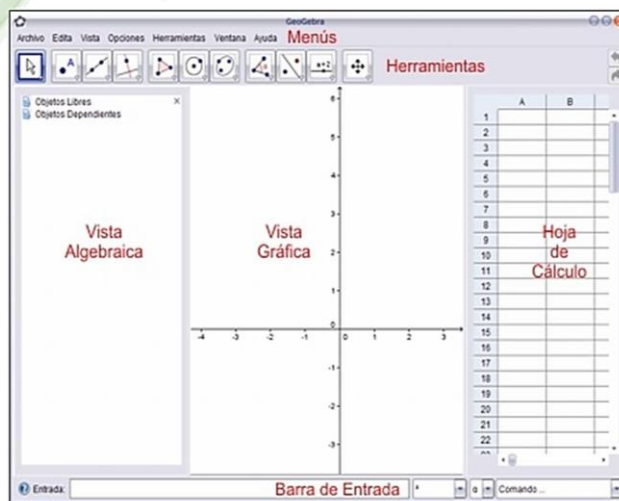
Autora: Sayuri Bonilla

Interfaz en  
Sistema  
Windows

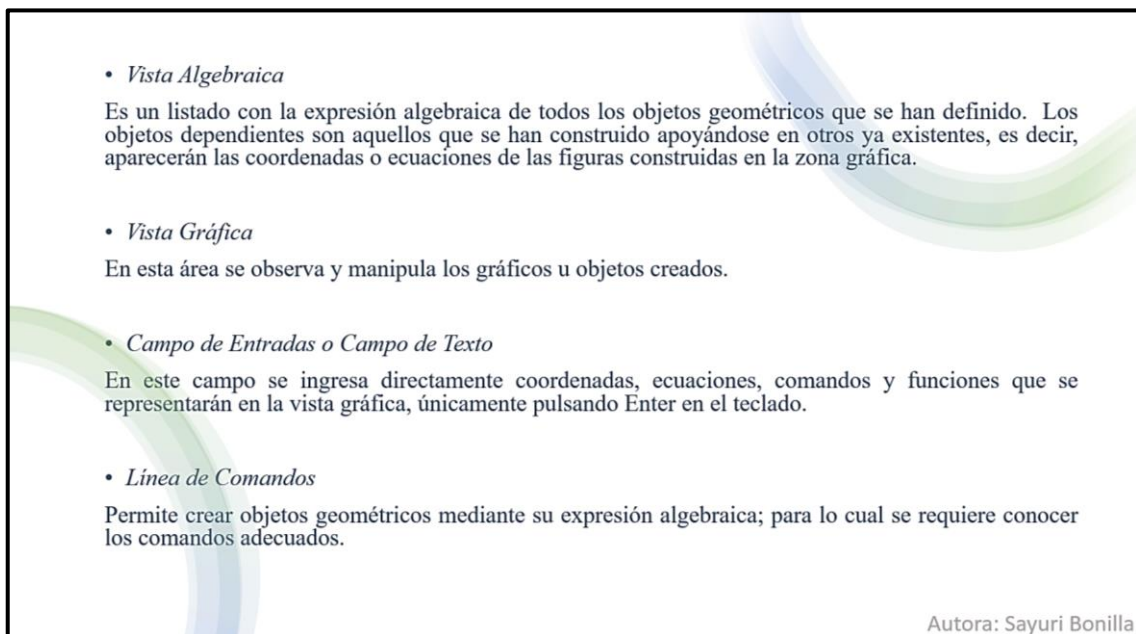
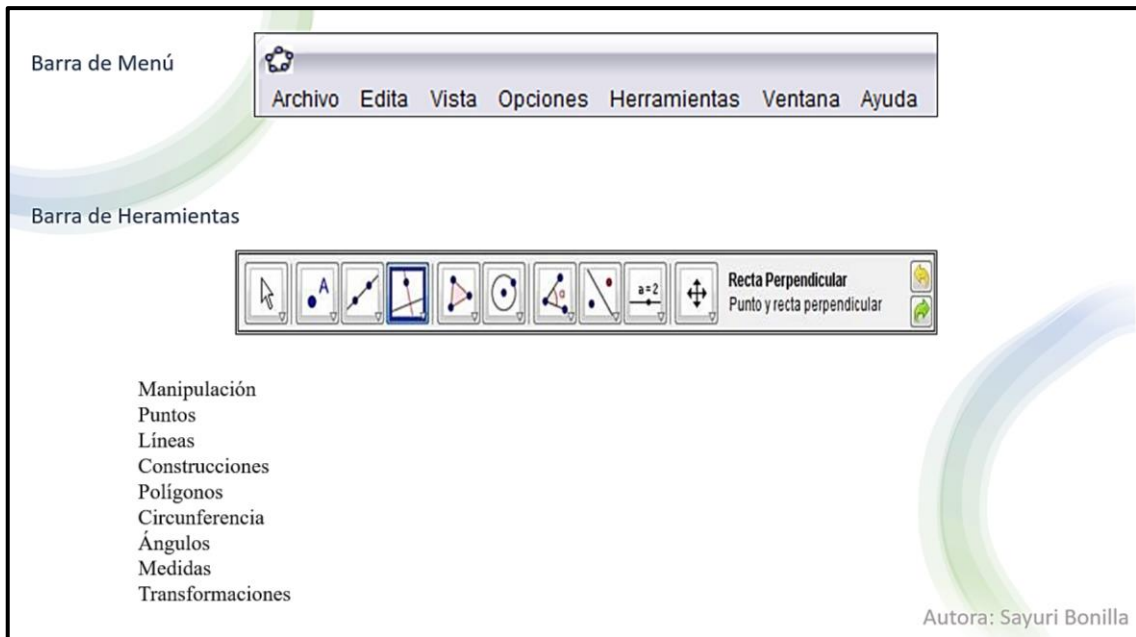


Windows 10

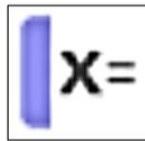
Pantalla Principal



Autora: Sayuri Bonilla



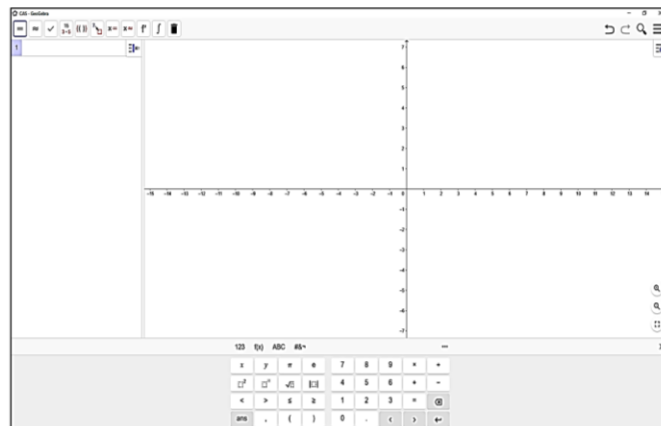
# Vista CAS



Esta vista permite utilizar el sistema CAS de GeoGebra (Computer Algebra System) para realizar cálculos simbólicos.

Autora: Sayuri Bonilla

La *Vista CAS* se abre junto a la *Vista gráfica* y, según cuál de las dos esté activa, la Barra de Herramientas en el margen superior será de Herramientas CAS o de Herramientas Gráficas, con los botones *Deshace* / *Rehace* en la esquina superior derecha.



Autora: Sayuri Bonilla

## Creación de Objetos Matemáticos

### **Entrada directa**

Es un conjunto de celdas con una línea de entrada en la parte superior, que presentan la salida en la parte inferior. Estas líneas de entrada funcionan como la barra de entrada pero con las siguientes diferencias:

- Pueden emplearse expresiones literales (variables) sin valor asignado.
- = se utiliza para ecuaciones
- Las multiplicaciones deben explicitarse el orden con paréntesis.
- Las asignaciones son evaluadas siempre con := y al finalizar se debe concluir la salida con un punto y coma.

### **Asignaciones de variables y conexiones con otras vistas**

Las asignaciones requieren la notación :=.

- Para liberar un nombre de variable se utiliza el comando Elimina()
- La redefinición de una variable o función debe realizarse en la misma celda en que fue creada. De lo contrario será considerada como un nuevo objeto y se le cambiará el nombre automáticamente a la variable o función previa.

Las variables y funciones están siempre compartidas entre la Vista CAS y demás vistas de GeoGebra, mientras sea posible.

Autora: Sayuri Bonilla

## Creación de Objetos Matemáticos

### **Ecuaciones**

Las ecuaciones se escriben usando simplemente el signo igual.


- Se pueden realizar operaciones sobre ambos miembros de una ecuación.
- Se puede extraer un solo miembro de una ecuación con los comandos PrimerMiembro() o SegundoMiembro().

### **Comandos CAS**

GeoGebra ofrece una amplia variedad de comandos que pueden utilizarse para crear objetos en la Vista CAS. Basta con comenzar a escribir el nombre de un comando en la línea de entrada para que GeoGebra ofrezca una lista de comandos para seleccionar.

La lista completa de comandos está disponible en la sección Comandos CAS de la web de GeoGebra ([www.geogebra.org.com](http://www.geogebra.org.com)).

Autora: Sayuri Bonilla



## Comandos para Ecuaciones Diferenciales

Comando ResuelveEDO: Resuelve la ecuación diferencial planteada

[https://wiki.geogebra.org/es/Comando\\_ResuelveEDO](https://wiki.geogebra.org/es/Comando_ResuelveEDO)

Comando ResuelveNEDO: Resuelve numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales

[https://wiki.geogebra.org/es/Comando\\_ResuelveNEDO](https://wiki.geogebra.org/es/Comando_ResuelveNEDO)



Autora: Sayuri Bonilla



## ANEXO E

### FORMATO VALIDACIÓN DE LA PRUEBA OBJETIVA

#### 1. Título de la investigación

Utilización de Software Libre como Estrategia Didáctica para el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales en estudiantes del Tercer Semestre, Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### 2. Formulación del Problema

¿Qué incidencia tiene la utilización de Software Libre como estrategia didáctica en el nivel de aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del tercer semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo?

#### 3. Objetivos

##### Objetivo general:

Utilizar un Software Libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en los estudiantes del Tercer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

##### Objetivos específicos:

1. Diagnosticar las dificultades que poseen los estudiantes para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y que pueden ser superadas mediante la utilización de Software Libre.
2. Analizar los fundamentos teóricos del uso didáctico del software libre y de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
3. Estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización de software libre resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
4. Aplicar la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.
5. Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba)

## **FORMULARIO**

Encuesta sobre el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

En las siguientes páginas usted debe evaluar el cuestionario para poder validarlo.

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las seis opciones que se presentan en los casilleros, siendo:

1 = muy en desacuerdo

2 = en desacuerdo

3 = en desacuerdo más que en acuerdo

4 = de acuerdo más que en desacuerdo

5 = de acuerdo

6 = muy de acuerdo

## A. PREGUNTAS DE VERDADERO (V) O FALSO (F)

### Pregunta n.º 1

Una ecuación diferencial ordinaria es una ecuación que contiene derivadas de una o más variables dependientes respecto a una o más variables independientes (\_\_\_)

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 1:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

### Pregunta n.º 2

En una ecuación diferencial ordinaria lineal, la variable dependiente y y todas sus derivadas son de primer grado. (\_\_\_)

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 2:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

### Pregunta n.º 3

La forma general que tiene una ecuación diferencial ordinaria lineal de primer orden es  $y' + f(x)y = r(x)$  (\_\_\_)

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 3:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

### Pregunta n.º 4

En  $y' + f(x)y = r(x)$ , si  $r(x) = 0$ , la EDO lineal es homogénea. (\_\_\_)

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 4:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

### Pregunta n.º 5

El Orden de una ecuación diferencial corresponde al número de la mayor derivada que aparece en la ecuación. (\_\_\_)

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 5:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

### Pregunta n.º 6

Todas las ecuaciones ordinarias lineales son homogéneas (\_\_\_)

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 6:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

## B. PREGUNTAS DE OPCIÓN MÚLTIPLE

### Pregunta n.º 7

Si una ecuación diferencial contiene derivadas de una o más variables dependientes respecto a una sola variable independiente, se dice que la ecuación diferencial es:

- a. Lineal      b. De orden      c. Ordinaria      d. Parcial

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 7:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

### Pregunta n.º 8

8) La ecuación diferencial ordinaria  $y'-y=0$ , es:

- a. Heterogénea      b. Lineal      c. Exacta      d. Homogénea

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 8:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**Pregunta n.º 9**

La solución de la ecuación diferencial ordinaria:  $y' - y = 0$ , es:

**a.**  $y = 3xe^x$

**b.**  $y = cxe^x$

**c.**  $y = ce^x$

**d.**  $y = ce^{x+1}$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 9:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**Pregunta n.º 10**

La solución de la ecuación diferencial:  $y'' + 25y = 0$

**a.**  $y = c_1 \cdot \cos(5x) + c_2x \operatorname{sen}(5x)$

**b.**  $y = c_1x \cos(5x) + c_2 \operatorname{sen}(5x)$

**c.**  $y = c_1 \cdot \cos(5x) + c_2 \operatorname{sen}(5x)$

**d.**  $y = c_1 \cdot \cos(x) + c_2x \operatorname{sen}(5x)$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 10:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**Pregunta n.º 11**

Dadas las siguientes ecuaciones diferenciales, la que es lineal es:

- a.**  $(1 - x)y'' - 4xy' + 5y = \cos x$  **b.**  $yy' + 2y = 1 + x$  **c.**  $y'' + 9y = \text{sen } y$  **d.**  $(1 - y)y' + y = x$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 1:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**Pregunta n.º 12**

Dadas las siguientes ecuaciones diferenciales, seleccione la que es ordinaria, de tercer orden y lineal.

- a.**  $y'' + yx = \ln x$  **b.**  $y''' \text{sen } x + xy' - y^2 = 0$  **c.**  $y''' + xy = e - 1$  **d.**  $x dx - y dy = 0$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 12:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							



**Pregunta n.º 13**

Dado:  $y' = 3y + 1$ ,  $y(0)=0$ , cuando  $y=3$ ,  $x$  será igual a:

- a.  $\frac{\ln\frac{1}{4}}{3}$       b.  $\frac{\ln\frac{1}{3}}{4}$       c.  $\frac{1}{3 \ln\frac{1}{4}}$       d.  $\frac{\ln\frac{1}{3}}{\frac{1}{4}}$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 13:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**Pregunta n.º 14**

La solución de la ecuación diferencial  $y' - \left(1 + \frac{1}{x}\right)y + \left(x + \frac{1}{x}\right)e^x = 0$ , si  $y(1)=0$  es:

- a.  $y = e^x(-x^2 + 1)$     b.  $y = e^x(-x + x^2 + 1)$     c.  $y = e^x(x - x^2 + 1)$     d.  $y = e^x(x + x^2 + 1)$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar): <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)</li> <li>• Las opciones de respuesta son adecuadas</li> </ul>							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).</li> </ul>							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 14:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**Pregunta n.º 15**

La solución de la ecuación diferencial  $y'' + y' + y = 0$ , es:

- a.  $y = e^{-\frac{x}{2}} \left( c_1 \cdot \cos\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) + c_2 \cdot \text{sen}\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) \right)$       b.  $y = e^{\frac{x}{2}} \left( c_1 \cdot \cos\left(\frac{x}{2}\right) + c_2 \cdot \text{sen}\left(\frac{x}{2}\right) \right)$   
 c.  $y = e^{-\frac{x}{2}} \left( -c_1 \cdot \cos\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) + c_2 \cdot \text{sen}\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) \right)$       d.  $y = e^{\frac{x}{2}} \left( c_1 \cdot \cos\left(\frac{x}{2}\right) - c_2 \cdot \text{sen}\left(\frac{x}{2}\right) \right)$

Seleccione su respuesta:		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):							
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)							
• Las opciones de respuesta son adecuadas							
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación):							
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 5 de la investigación: Validar la solvencia de la propuesta didáctica de utilización de software libre para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, a través de una evaluación (prueba).							
<b>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º 15:</b>							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)							

**VALORACIÓN GENERAL DE LA PRUEBA OBJETIVA**

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los evaluados puedan responderlo adecuadamente (ver ANEXO G)		
El número de preguntas de la prueba objetiva es excesivo		
Las preguntas constituyen un riesgo para el evaluado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		
<b>Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el evaluado:</b>		
N.º de la(s) pregunta(s)		
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo		
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)		

	Evaluación general de la prueba objetiva			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido de la prueba objetiva				

Observaciones y recomendaciones en general de la prueba objetiva:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

### Identificación del experto

<b>Nombre y apellidos completos</b>	
<b>Filiación</b> (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	
<b>e-mail</b>	
<b>Teléfono o celular</b>	
<b>Fecha de la validación</b> (año, mes y día):	
<b>Firma</b>	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.

## ANEXO F

### VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA PRUEBA OBJETIVA POR EXPERTO

PREGUNTA		VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA							CONSIDERACIÓN DE LA PREGUNTA
		PUNTUACIÓN POR EXPERTO					PUNTUACIÓN FINAL POR PREGUNTA		
n.º	Evaluación	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	5	6	6	6	6	29,00	5,80	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	6	30,00	6,00	
2	Adecuación	5	6	5,67	5,33	6	28,00	5,60	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	6	6	6	29,00	5,80	
3	Adecuación	6	5,67	5,67	5,33	5,67	28,34	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	5,33	6	29,33	5,87	
4	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	6	30,00	6,00	
5	Adecuación	5	6	5,67	6	5,67	28,34	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	6	6	6	29,00	5,80	
6	Adecuación	5	6	5,67	6	6	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
7	Adecuación	4	6	5,33	5,67	5,67	26,67	5,33	VALIDADA
	Pertinencia	4	6	5	6	6	27,00	5,40	
8	Adecuación	4	6	5,67	6	5,67	27,34	5,47	VALIDADA
	Pertinencia	4	6	5	6	5	26,00	5,20	
9	Adecuación	5	6	5,33	6	6	28,33	5,67	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
10	Adecuación	5	6	5,33	6	5,67	28,00	5,60	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	6	6	28,00	5,60	
11	Adecuación	5,67	6	5,67	6	6	29,34	5,87	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5	5,67	6	27,67	5,53	
12	Adecuación	5	6	6	6	6	29,00	5,80	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5,33	6	6	28,33	5,67	
13	Adecuación	5,67	6	6	6	6	29,67	5,93	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	6	30,00	6,00	
14	Adecuación	6	6	6	6	6	30,00	6,00	VALIDADA
	Pertinencia	6	6	6	6	5,67	29,67	5,93	
15	Adecuación	5	6	5,67	6	6	28,67	5,73	VALIDADA
	Pertinencia	5	6	5,67	6	5,67	28,34	5,67	
<b>ADECUACIÓN (suma y promedio)</b>							85,87	5,72	<b>95,33% de validación</b>
<b>PERTINENCIA (suma y promedio)</b>							85,67	5,71	<b>95,17% de Validación</b>

## ANEXO G

### PRUEBA OBJETIVA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
PRUEBA OBJETIVA

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

Calificación

**SEMESTRE:** Tercero

**PERÍODO ACADÉMICO:** Abril – Septiembre 2021

#### INSTRUCCIONES

Estimados estudiantes, antes de realizar el examen leer detenidamente las siguientes instrucciones:

- La primera parte del cuestionario consta de preguntas de verdadero(V) o falso(F), analizar la pregunta y seleccionar entre las dos opciones la más adecuada.
- La segunda parte del cuestionario consta de preguntas de opción múltiple, cada pregunta presenta cuatro respuestas alternativas, de las cuales una es la respuesta correcta y las otras tres son falsas.
- Señalar en cada pregunta la respuesta que consideres correcta, haciendo clic con el ratón en el círculo correspondiente.
- Por cada respuesta acertada se obtiene un punto.
- Todas las preguntas son obligatorias de responder.
- Resolver cada uno de los ejercicios desarrollándolos a mano con base en los conocimientos adquiridos.
- Al finalizar haz clic en el botón enviar.

#### A. PREGUNTAS DE VERDADERO (V) O FALSO (F)

- 1) Una ecuación diferencial ordinaria es una ecuación que contiene derivadas de una o más variables dependientes respecto a una o más variables independientes ( )
- 2) En una ecuación diferencial ordinaria lineal, la variable dependiente  $y$  y todas sus derivadas son de primer grado. ( )
- 3) La forma general que tiene una ecuación diferencial ordinaria lineal de primer orden es  $y' + f(x)y = r(x)$  ( )
- 4) En  $y' + f(x)y = r(x)$ , si  $r(x) = 0$ , la EDO lineal es homogénea. ( )
- 5) El Orden de una ecuación diferencial corresponde al número de la mayor derivada que aparece en la ecuación. ( )
- 6) Todas las ecuaciones ordinarias lineales son homogéneas ( )



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
PRUEBA OBJETIVA

B. PREGUNTAS DE OPCIÓN MÚLTIPLE

7) Si una ecuación diferencial contiene derivadas de una o más variables dependientes respecto a una sola variable independiente, se dice que la ecuación diferencial es:

- a. Lineal      b. De orden      c. Ordinaria      d. Parcial

8) La ecuación diferencial ordinaria  $y'-y=0$ , es:

- a. Heterogénea      b. Lineal      c. Exacta      d. Homogénea

9) La solución de la ecuación diferencial ordinaria:  $y'-y=0$ , es:

- a.  $y = 3x.e^x$       b.  $y = c.x.e^x$       c.  $y = c.e^x$       d.  $y = c. e^{x+1}$

10) La solución de la ecuación diferencial:  $y'' + 25y = 0$

- a.  $y = c_1.\cos(5x) + c_2x \operatorname{sen}(5x)$       b.  $y = c_1x \cos(5x) + c_2 \operatorname{sen}(5x)$   
c.  $y = c_1.\cos(5x) + c_2 \operatorname{sen}(5x)$       d.  $y = c_1.\cos(x) + c_2x \operatorname{sen}(5x)$

11) Dadas las siguientes ecuaciones diferenciales, la que es lineal es:

- a.  $(1-x)y'' - 4xy' + 5y = \cos x$       b.  $yy' + 2y = 1 + x$       c.  $y'' + 9y = \operatorname{sen} y$       d.  $(1-y)y' + y = x$

12) Dadas las siguientes ecuaciones diferenciales, seleccione la que es ordinaria, de tercer orden y lineal.

- a.  $y'' + yx = \ln x$       b.  $y''' \operatorname{sen} x + xy' - y^2 = 0$   
c.  $y''' + xy = e - 1$       d.  $x dx - y dy = 0$



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
PRUEBA OBJETIVA

13) Dado:  $y' = 3y + 1$ ,  $y(0)=0$ , cuando  $y=3$ ,  $x$  será igual a:

- a.  $\frac{\ln \frac{1}{4}}{3}$       b.  $\frac{\ln \frac{1}{3}}{4}$       c.  $\frac{1}{3 \ln \frac{1}{4}}$       d.  $\frac{\ln \frac{1}{3}}{\frac{1}{4}}$

14) La solución de la ecuación diferencial  $y' - \left(1 + \frac{1}{x}\right)y + \left(x + \frac{1}{x}\right)e^x = 0$ , si  $y(1)=0$  es:

- a.  $y = e^x(-x^2 + 1)$       b.  $y = e^x(-x + x^2 + 1)$       c.  $y = e^x(x - x^2 + 1)$       d.  $y = e^x(x + x^2 + 1)$

15) La solución de la ecuación diferencial  $y'' + y' + y = 0$ , es:

- a.  $y = e^{\frac{x}{2}} \left( c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) + c_2 \operatorname{sen}\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) \right)$       b.  $y = e^{\frac{x}{2}} \left( c_1 \cos\left(\frac{x}{2}\right) + c_2 \operatorname{sen}\left(\frac{x}{2}\right) \right)$   
c.  $y = e^{-\frac{x}{2}} \left( -c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) + c_2 \operatorname{sen}\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right) \right)$       d.  $y = e^{\frac{x}{2}} \left( c_1 \cos\left(\frac{x}{2}\right) - c_2 \operatorname{sen}\left(\frac{x}{2}\right) \right)$



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 11 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Sayuri Monserrath Bonilla Novillo</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<i>Instituto de Posgrado y Educación Continua</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Magister en Matemática Mención Modelación y Docencia</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente  
por LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
DN: cn=LUIS  
ALBERTO CAMINOS  
VARGAS, o=ESPOCH  
+RUBAMEA  
Motivo: Soy el autor  
de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2021.11.15  
19:37:05.00



104-DBRAI-UPT-IPEC-2021



Outlook  Reunirse ahora

Responder Eliminar Archivo No deseado Limpiar Mover a Categorizar Posponer

Carpetas

- Bandeja de ... 08
- Correo no de... 6
- Borradores
- Elementos envi...
- Elementos el... 3
- Archivo
- Notas
- facturas 2016
- FACTURAS 2017
- FACTURAS 2018
- FACTURAS 2019
- FACTURAS 2020
- Fuentes RSS

RV: Traducción abstract

Centro de Idiomas <idiomas@espoch.edu.ec>  
Lun 15/11/2021 18:09  
Para: Usted

ABSTRACT Ing. Sayun Bo...  
14 KB

.

---

Centro de Idiomas  
"Saber para ser"

---

De: MARCO ANTONIO AQUINO ROJAS <marco.aquino@espoch.edu.ec>  
Enviado: miércoles, 27 de octubre de 2021 11:23  
Para: saytomorse@hotmail.com <saytomorse@hotmail.com>  
Cc: Centro de Idiomas <idiomas@espoch.edu.ec>  
Asunto: Traducción abstract

Buenos días adjunto el resumen de tesis solicitado. Un buen día.

Responder | Reenviar