



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 17 de noviembre del 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Kelly Johana Cárdena Aldana, con C.C. No. 1075278935,

Paola Andrea Otálora Puentes, con C.C. No. 1075221250,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Sistemas Adaptativos Complejos para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático en estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila.

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

Magister en estudios interdisciplinarios de la complejidad;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Kelly Cárdenas

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Paola Andrea Herrera P.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 3

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Sistemas Adaptativos Complejos para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático en estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cárdenas Aldana	Kelly Johana
Otálora Puentes	Paola Andrea

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Velázquez Leal	Jherson Julián

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Velázquez Leal	Jherson Julián

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Magister en estudios interdisciplinarios de la complejidad

**FACULTAD:** Ciencias Exacta y Naturales

**PROGRAMA O POSGRADO:** Maestría en estudios interdisciplinarios de la complejidad

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 132

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general \_\_\_ Grabados \_\_\_ Láminas \_\_\_  
Litografías \_\_\_ Mapas \_\_\_ Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_ Tablas o Cuadros \_\_\_  
X

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 3

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

- |                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Complejidad y Educación            | Complexity and education |
| 2. Sistemas Adaptativos Complejos     | Complex Adaptive Systems |
| 3. Habilidades de razonamiento lógico | Logical reasoning skills |
| 4. Aprendizaje Colaborativo           | Collaborative learning   |
| 5. Redes Complejas                    | Complex Networks         |

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La presente investigación tiene como objetivo, aplicar el aprendizaje colaborativo y los sistemas adaptativos complejos para fortalecer las habilidades de razonamiento lógico matemático en estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila, del municipio de Neiva Huila. Es una investigación de naturaleza mixta, realizada en cuatro fases. En la primera fase se conforman equipos base, mediante redes complejas con ayuda, del software Gephi, información útil para el aprendizaje colaborativo. En la segunda fase se aplicó una guía de caracterización de habilidades básicas, analizando la información en el sistema experto Weka, el cual arrojó un árbol de decisión, mostrando que en la estrategia didáctica se debía fortalecer la habilidad argumentativa. En la tercera fase se implementó cinco guías con actividades enfocadas en el trabajo colaborativo y los sistemas adaptativos complejos con el fin de fortalecer habilidades de razonamiento lógico matemático mediante la habilidad argumentativa. En la cuarta fase, se evaluó la estrategia por medio de un test de razonamiento lógico matemático, validado mediante estadística descriptiva, que permitió evaluar la eficacia e impacto de la estrategia didáctica. Los resultados mostraron que la implementación de las guías fortaleció las habilidades de razonamiento lógico matemático, actividades que contribuyen a mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en matemáticas.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 3

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The present research aims to apply collaborative learning and complex adaptive systems to strengthen logical-mathematical reasoning skills in sixth-grade students at Colombo Inglés del Huila School, in the municipality of Neiva Huila. It is a mixed nature research carried out in four phases. In the first phase, base teams are formed through complex networks using Gephi software, providing useful information for collaborative learning. In the second phase, a guide for characterizing basic skills was applied, analyzing the information in the expert system Weka, which produced a decision tree indicating that the argumentative skill needed to be strengthened in the teaching strategy. In the third phase, five guides with activities focused on collaborative work and complex adaptive systems were implemented to strengthen logical-mathematical reasoning skills through the argumentative ability. In the fourth phase, the strategy was evaluated through a logical-mathematical reasoning test, validated using descriptive statistics, which allowed assessing the effectiveness and impact of the teaching strategy. The results showed that the implementation of the guides strengthened logical-mathematical reasoning skills, activities that contribute to improving the teaching and learning processes in mathematics.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: EDINSON OSWALDO DELGADO RIVAS

Firma:

Nombre Jurado: MAURO MONTEALEGRE CÁRDENAS

Firma:

**Sistemas Adaptativos Complejos para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático en estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila.**

Paola Andrea Otálora Puentes

Kelly Johana Cárdenas Aldana

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

Neiva – Huila

2023

**Sistemas Adaptativos Complejos para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático en estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila.**

Paola Andrea Otálora Puentes

Kelly Johana Cárdenas Aldana

Tesis presentada para optar al título de

**MAGÍSTER EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD**

Dirigida por

Mg. Jherson Julián Velázquez Leal

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

Neiva – Huila

2023

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b>	<b>10</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>11</b>
<b>Descripción del problema de investigación</b>	<b>11</b>
<b>Sistematización del problema</b>	<b>16</b>
<b>Enunciación del Problema</b>	<b>17</b>
<b>Antecedentes y justificación</b>	<b>17</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>17</b>
Antecedentes internacionales	17
Antecedentes nacionales	19
Antecedentes locales	22
<b>Justificación</b>	<b>25</b>
<b>Fundamentos teóricos</b>	<b>27</b>
<b>Ciencias de la complejidad</b>	<b>27</b>
Sistemas Complejos Adaptativos	30
<b>Complejidad y educación</b>	<b>32</b>
Complejidad en habilidades de razonamiento lógico	34
Aula de clase como un SAC	35
<b>Escala disciplinar</b>	<b>38</b>

Disciplinariedad _____	38
Interdisciplinariedad _____	39
Multidisciplinariedad _____	41
Pluridisciplinariedad _____	41
Polidisciplinariedad _____	42
Transdisciplinariedad _____	42
<b>Competencias (básicas, generales y específicas) _____</b>	<b>43</b>
Clasificación de las competencias básicas (cognitivas, metodológicas y actitudinales) ____	45
Habilidades de razonamiento lógico _____	47
Tipos de razonamiento _____	47
<b>Competencia matemática en PISA _____</b>	<b>50</b>
<b>Aprendizaje colaborativo _____</b>	<b>51</b>
<b>Sistemas inteligentes _____</b>	<b>52</b>
Algoritmo de clasificación _____	53
Árboles de decisión. _____	54
Redes. _____	56
Grafos. _____	56
Redes complejas _____	57
Redes de mundo pequeño. _____	57
<b><i>Objetivos de la investigación</i> _____</b>	<b>58</b>
<b>Objetivo General _____</b>	<b>58</b>
<b>Objetivos Específicos _____</b>	<b>58</b>

<b>Metodología</b>	<b>59</b>
<b>Tipo y enfoque de la investigación</b>	<b>59</b>
<b>Universo de estudio, población y muestra</b>	<b>59</b>
<b>Estrategias metodológicas</b>	<b>60</b>
<b>Técnicas e instrumentos de investigación</b>	<b>61</b>
Técnicas	61
Instrumentos	62
Cuestionario, guía de caracterización y test de habilidades de razonamiento lógico matemático.	63
Hojas de cálculo Microsoft Excel.	63
Sistema experto en minería de datos “Weka”.	63
Software Open Source de análisis de redes y visualización de información “Gephi”.	64
<b>Análisis y Discusión de Resultados</b>	<b>64</b>
<b>Análisis de Resultados</b>	<b>64</b>
Caracterización Para Establecer Grupos Base.	64
<b>Minería de datos</b>	<b>79</b>
Algoritmo de clasificación para la toma de decisiones.	79
Descripción Estadística del Algoritmo.	82
Caracterización usando WEKA: Árbol de decisión.	87
<b>Análisis de la implementación de la estrategia</b>	<b>88</b>
Análisis descriptivo	88

Resultados y análisis obtenidos con la aplicación de la estrategia _____	91
Descripción estadística del resultado del test de razonamiento lógico matemático _____	92
<b>Discusión de resultados</b> _____	<b>98</b>
<b>Referencias</b> _____	<b>102</b>
<b>Anexos</b> _____	<b>112</b>
<b>Anexo 1. Consentimiento de padres para el registro y toma de evidencias</b> _____	<b>112</b>
<b>Anexo 2. Respuesta de Coordinación Académica para la aplicación del trabajo de investigación</b> _____	<b>113</b>
<b>Anexo 3. Caracterización de las habilidades lógico de los estudiantes de sexto grado de Colegio Colombo Ingles del Huila</b> _____	<b>114</b>
<b>Anexo 4. Rubrica de caracterización</b> _____	<b>116</b>
<b>Anexo 5. Guía 1. Potenciación y radicación en los números naturales</b> _____	<b>117</b>
<b>Anexo 6. Guía 2. Logaritmación y polinomios aritméticos en los números naturales</b> _____	<b>119</b>
<b>Anexo 7. Guía 3. Múltiplos, divisores y descomposición en factores primos</b> _____	<b>121</b>
<b>Anexo 8. Guía 4. Sucesos aleatorias y probabilidad</b> _____	<b>122</b>
<b>Anexo 9. Guía 5. Reconocimiento de sólidos, área, bordes y simetría</b> _____	<b>123</b>
<b>Anexo 10. Test de razonamiento</b> _____	<b>125</b>
<b>Anexo 11. Rubrica de razonamiento</b> _____	<b>126</b>
<b>Anexo 12. Registro fotográfico</b> _____	<b>127</b>
<b>Anexo 13. Algunos productos</b> _____	<b>129</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Niveles de cognición</i> .....	46
Tabla 2 <i>Nodos y aristas por comunidades P1</i> .....	77
Tabla 3 <i>Nodos y aristas por comunidades P2</i> .....	78
Tabla 4 <i>Matriz de confusión</i> .....	86
Tabla 5 <i>Clasificación de las preguntas por habilidades</i> .....	91

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Habilidades de razonamiento lógico matemático</i> .....	13
Figura 2 <i>Estado actual de las ciencias de la complejidad</i> .....	28
Figura 3 <i>Habilidades del pensamiento complejo aplicadas al razonamiento lógico</i> .....	34
Figura 4 <i>Diagrama de perspectivas del conocimiento desde Habermas</i> .....	39
Figura 5 <i>Capacidades transdisciplinares</i> .....	43
Figura 6 <i>Estructura del Árbol de decisión</i> .....	54
Figura 7 <i>Matriz obtenida para la primera pregunta P1: ¿Con cuáles compañeros sienten más afinidad y tienes más comunicación?</i> .....	66
Figura 8 <i>Grafo obtenido para la primera pregunta P1: Afinidad y comunicación</i> .....	67
Figura 9 <i>Red de mundo pequeño para el grafo según la pregunta P1, aplicando la distribución circular Layout</i> .....	69
Figura 10 <i>Grafo de entrada comunidades sexto C para la pregunta P1</i> .....	70

Figura 11 <i>Matriz obtenida para la segunda pregunta P2: ¿Con cuáles compañeros te gustaría realizar tus trabajos académicos, pues consideras que te pueden aportar ideas y te pueden orientar en tus inquietudes? .....</i>	71
Figura 12 <i>Grafo obtenido para la segunda pregunta P2: Afinidad en trabajos académicos.....</i>	72
Figura 13 <i>Red de mundo para el grafo según la pregunta P2, aplicando la distribución circular Layout.....</i>	73
Figura 14 <i>Grafo de entrada para comunidades de sexto C para la pregunta P2 .....</i>	74
Figura 15 <i>Grafo de salida para comunidades de sexto C para la pregunta P2 .....</i>	75
Figura 16 <i>Collage de Grafo de afinidad y comunicación P1 (grado de entrada por comunidades) .....</i>	76
Figura 17 <i>Collage de Grafo de trabajo P2 (grado de salida por comunidades).....</i>	77
Figura 18 <i>Código de programación del sistema experto de minería de datos .....</i>	81
Figura 19 <i>Resultado de la prueba de caracterización de habilidades.....</i>	82
Figura 20 <i>Resultado de la pregunta 1 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad interpretativa de texto .....</i>	83
Figura 21 <i>Resultado de la pregunta 2 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad interpretativa gráfica .....</i>	84
Figura 22 <i>Resultado de la pregunta 3 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad argumentativa .....</i>	85
Figura 23 <i>Resultado de la pregunta 4 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad propositiva .....</i>	86
Figura 24 <i>Árbol de clasificación de habilidades básicas .....</i>	87

Figura 25 *Matriz de valoración de las cinco habilidades de razonamiento lógico matemático que muestran los resultados al evaluar la implementación de la estrategia* ..... 92

Figura 26 *Resultados porcentuales de la habilidad de cálculos matemáticos (C.M)*..... 93

Figura 27 *Resultados porcentuales de la habilidad de razonamiento inductivo (R.I)*..... 94

Figura 28 *Resultados porcentuales de la habilidad de razonamiento deductivo (R.D)* ..... 95

Figura 29 *Resultados porcentuales de la habilidad de resolución de problemas (R.P)* ..... 96

Figura 30 *Resultados porcentuales de la habilidad de patrones y relaciones (P.R)*..... 97

Figura 31 *Resultados porcentuales de razonamiento* ..... 98

## Introducción

Como asegura Maldonado: Complejizar la educación equivale a poner claramente sobre la mesa, a plena luz del día, el papel fundamental del juego, la imaginación, la fantasía. En otras palabras, el significado de las emergencias y la autoorganización. Por encima, desde luego, de los programas y currículos, siempre eminentemente secuenciales y lineales y que no permiten ni admiten sorpresas, es decir, aprendizaje. (Maldonado, 2014, p.17).

En este sentido, el profesor como ente dinamizador del aula, es el responsable de problematizar la misma, es así que la creatividad, la interacción, innovación, trabajo colaborativo y pensamiento lateral son habilidades educativas fundamentales en la actualidad, esto conlleva a un aprendizaje transformador, con estructuras mentales de incertidumbre, procesos no lineales e investigación autoorganizada con un alto grado de exploración, elementos que permiten complejizar la educación.

Ante esta perspectiva, es imprescindible que la educación tenga una transformación que conlleve a afrontar desafíos e interacciones de carácter social, políticos y económicos, que las necesidades sociales y los problemas cotidianos sean tenidos en cuenta en el currículo y no se trabaje únicamente por asignaturas de forma aislada, es decir, que se dé solución a situaciones problema desde la interdisciplinariedad.

Como estrategia, el aula debe verse como un sistema complejo, con enfoques adaptativos didácticos y un aprendizaje autoorganizado, en donde colectivamente se construya el conocimiento, por medio de análisis de contextos, población, contenidos, procesos evaluativos y

métodos con los que se estudian para el mejoramiento de las habilidades de razonamiento lógico matemático.

Es por eso que el docente, debe tener en cuenta actividades metodologías alternativas dentro de su labor, que genere curiosidad e incertidumbre y de esta manera despertar interés en los estudiantes y motivarlos a descubrir posibilidades mediante el trabajo colaborativo para así contribuir en su aprendizaje.

El colegio Colombo Inglés del Huila del municipio de Neiva, tiene un modelo humanista y constructivista, mostrando currículos enmarcados en la interdisciplinariedad, que por tiempo y contenido se convierten en modelos tradicionales y lineales, alejados de su contexto; también influye en el aprendizaje de los estudiantes factores ambientales, psicosociales, económicos, cognitivos, culturales, entre otros, que al no manejarse de forma adecuada genera frustración, desmotivación y poca autonomía, dificultando el desarrollo de habilidades básicas que contribuyen a un aprendizaje significativo. Esta problemática nos lleva a plantear una estrategia metodológica basada en sistemas adaptativos complejos a través del trabajo colaborativo con el fin de mejorar el razonamiento lógico matemático y los procesos enseñanza aprendizaje.

## **Planteamiento del problema**

### **Descripción del problema de investigación**

En Colombia, la Ley 115 de 1994, establece en sus artículos 5, 7, 9 y 13 la formación básica como fin de la educación y para alcanzarla el MEN (2005) describe que las competencias son el conjunto de conocimientos, que permiten desarrollar habilidades, destrezas y actitudes a las personas, logrando que comprendan, interactúen y transformen el mundo en el que viven;

estas competencias se adoptan en los diferentes lineamientos Curriculares y Estándares de competencia. Sin embargo, es necesario que el currículo que se pretende aplicar mediante los diferentes lineamientos y competencias, se encuentre estrechamente relacionado con el contexto, es decir la realidad local y regional y que permita desarrollar habilidades y conocimientos en sus estudiantes según sus características, necesidades e intereses (Ministerio de Educación, 1994).

La educación se fundamenta en procesos enseñanza-aprendizaje en donde involucra métodos, modelos, técnicas y estrategias, con el fin de lograr aprendizaje significativo en los estudiantes, no obstante, el proceso de enseñanza no es estático, por ende el aula es el laboratorio de la educación en donde se produce conocimiento, es un sistema abierto en donde los problemas son antes que los contenidos, la educación es un fenómeno complejo en el que convergen multitud de elementos y variadas interacciones en procesos de transformación.

No obstante, la Ley 115 de 1994 les brinda a las instituciones educativas, la autonomía escolar que consiste en desarrollar libremente sus currículos, competencias, asignaturas y habilidades respondiendo a las necesidades de cada contexto, por lo cual los paradigmas y métodos son seleccionados por cada institución educativa (Castellanos, et.al, 2021).

Actualmente, se ha observado que los paradigmas que se aplican en los currículos son el cognitivo-humanista y cognitivo sociocultural, que han desarrollado una serie de métodos como el aprendizaje basado en competencias, aprendizaje basado en el conocimiento, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, design thinking, aprendizaje a través del juego, aula invertida y aprendizaje cooperativo que se encuentran relacionados a las necesidades actuales de la sociedad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere un fortalecimiento del pensamiento lógico-matemático desde la temprana edad, principalmente por la continua recepción y clasificación de

la información que proviene de los sentidos realizada por los estudiantes desde niños, que luego es codificada para elaborar representaciones simbólicas (Larrota, 2021). Por esto, los planes curriculares deben impartir actividades de razonamiento lógico matemático, mediante ejercicios significativos para los estudiantes que contribuya a la solución de problemas de la vida cotidiana.

Lo anterior, se relaciona a las habilidades de razonamiento lógico-matemático, que según Abascal y López (2016), corresponde a los procesos que se observan en la figura 1.

### Figura 1

*Habilidades de razonamiento lógico matemático*



*Fuente: dato extraído de Abascal y López (2016)*

Estas habilidades están determinadas por diferentes procesos como la abstracción que corresponde a la elaboración de modelos que ayudan a la búsqueda de formas de representación para fenómenos, problemas y relaciones. Así mismo, se establece la validación empírica que permite que los estudiantes realicen procesos de comparación entre la representación y la

realidad. Por otro lado, la inferencia lógica le permite al estudiante llegar a conclusiones, a partir de premisas básicas, también existe la habilidad de adquirir el pensamiento crítico mediante características como debatir, evaluar y encontrar contradicciones y, por último, se encuentra el pensamiento analítico que pretende identificar variables en una situación problema (Abascal y López, 2016).

No obstante, existe una relación entre estas habilidades lógico-matemáticas y los procesos del pensamiento general que conlleva a acciones como interpretar, argumentar y proponer, esto debido a que las habilidades lógico-matemáticas son necesarias para la interpretación, ya que permite reconstruir significados y sentido para las estructuras conceptuales y metodológicas. Algunas acciones como la observación y atención, la comprensión de los procesos de aplicación y la clasificación y codificación, ayudan a desarrollar procesos del pensamiento (Gallego, 2011).

De igual manera, el proceso de argumentación ayuda a descubrir o probar; identificando los indicios, la prueba de otras y deduciendo las consecuencias de un problema o situación, a través de acciones como análisis y síntesis, decodificación y diferenciación, percepción y exploración, uso del vocabulario y recopilación de más de dos fuentes (Gallego, 2011). Además, se encuentra la habilidad de proponer a través de la identificación de una situación donde presenta argumentos a favor o en contra de una idea. Algunas de las acciones enlazadas a esto son la expresión y el uso de instrumentos, el pensamiento hipotético, la conducta planificada o descentralizada, la conducta centrada y la solución de problemas (Gallego, 2011).

Sin embargo, se observa que los estudiantes encuentran todos los contenidos del aula en internet, esto hace difícil que lleguen a conocimiento significativo, así lo confirma De Zubiría (2014) “seguimos dedicados a transmitir informaciones tan insustanciales como los símbolos

químicos, los accidentes geográficos o las fechas históricas, que nadie podría transferir a la vida cotidiana por lo impertinentes e irrelevantes para ser enseñados en pleno siglo XXI” (p.23). Por tal razón las prácticas pedagógicas actuales están desligadas del conocimiento aprendido, desde el saber y el hacer; pero el uso adecuado del internet permite enriquecer las experiencias de aprendizaje, fomenta la creatividad y es una vía que apoya distintas formas de aprender.

También se observa que los estudiantes tienen poca autonomía en la lectura o en la investigación, no saben discernir la información, en este sentido la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje influye en el buen planteamiento de una hipótesis y en la búsqueda de estrategias para resolver un problema de la vida cotidiana con habilidades lógicas, es por esto necesario desarrollar en los estudiantes la capacidad de enfocarse en su aprendizaje, que se desliguen de lo antiguo y generen habilidades de pensamiento creativo, resolución de problemas, análisis de situaciones en contexto, partiendo de otros métodos de enseñanza.

El paradigma de la complejidad constituye un nuevo marco de referencia adecuado para comprender nuestro mundo y actuar en relación con los problemas sociales y ambientales, permitiendo desarrollar en los estudiantes habilidades de razonamiento lógico a través de la competencia interpretativa, argumentativa y propositiva con el fin de mejorar sus conocimientos de forma autónoma y asumir retos en todos los ámbitos. En este sentido, es imprescindible reflexionar y analizar en torno a cómo se pueden diseñar, aplicar y evaluar currículos de educación no lineal tomando como eje el paradigma de la complejidad que vayan acorde a los cambios curriculares ajustándose a la realidad educativa. El Ministerio de Educación Nacional (MEN) con el objetivo de que el estudiante sea capaz de responder a las exigencias de su entorno, plantea formarlo por desempeño en competencias y así lograr una educación de calidad.

En este sentido, la educación se encuentra con el paradigma de la complejidad, el cual insta una nueva forma de racionalidad que se aplica al contexto educativo, desde un aprendizaje dirigido hacia la vida afectando el ethos de los ciudadanos (Flores, 2013). Esto supone un cambio en el concepto de la realidad y la integración de múltiples disciplinas que producen consecuencias en la educación, la investigación y el aprendizaje.

Es, por tanto, que se presenta la alternativa de utilizar los Sistemas Adaptativos Complejos para fortalecer las habilidades lógicas en la asignatura de matemáticas, buscando ambientes de aprendizajes bajo estructuras emergentes, no lineales y autoorganizadas, para disminuir las falencias que se vienen presentando en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Con la implementación de este enfoque, se quiere lograr que los estudiantes encuentren instrumentos que les permitan afianzar sus habilidades lógico-matemáticas y que su aplicación trascienda más allá de un aula de clase, generando así un impacto académico y social.

### **Sistematización del problema**

Considerando lo anterior planteado, se proponen las siguientes subpreguntas base en el proyecto: ¿Cuál es la relación que existe entre la enseñanza y las habilidades de razonamiento lógico en los estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila? ¿La aplicación de la didáctica del aprendizaje colaborativo, mejorará las habilidades de razonamiento lógico en estudiantes de sexto grado en la asignatura de matemáticas del colegio Colombo Inglés del Huila? ¿Cómo orienta los sistemas adaptativos complejos la relación entre estrategia interdisciplinar y habilidades de razonamiento? ¿Cómo favorece la introducción de sistemas inteligentes en el análisis de los resultados obtenidos en la investigación? ¿Pueden establecer las redes complejas grupos colaborativos?

## **Enunciación del Problema**

¿Cómo diseñar una estrategia basada en sistemas adaptativos complejos para fortalecer el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico en la asignatura de matemáticas en el colegio Colombo Inglés del Huila?

## **Antecedentes y justificación**

### **Antecedentes**

Para el desarrollo de este estudio, se tiene en cuenta una serie de antecedentes investigativos de orden internacional, nacional y local que se relacionan a la temática.

#### ***Antecedentes internacionales***

A nivel internacional, Montoya (2022) hizo un trabajo de investigación acerca de una Propuesta de una estrategia de gamificación para mejorar las habilidades matemáticas en las estudiantes del 1° de secundaria de una Institución Educativa Pública de Lima para el programa de Maestría en Educación con mención en Gestión de la Educación de la Universidad San Ignacio de Loyola en Perú.

La metodología fue cualitativa con una investigación aplicada y una muestra no probabilística de 28 estudiantes, 3 docentes y 1 directivo, realizando entrevistas semiestructuradas, un cuestionario y una prueba pedagógica a los estudiantes, lo que permitió construir una propuesta de la estrategia de gamificación fundamentada en el paradigma socio crítico e interpretativo. Se evidencio que la estrategia de gamificación contribuye a mejorar las habilidades matemáticas en estudiantes de primero de secundaria, integrando tres herramientas de gamificación en la enseñanza de la matemática para mejorar las habilidades, partiendo de un

diagnóstico mediante el oráculo matemático y reforzando las habilidades matemáticas encontradas con herramientas como Khan academy y Kahoot.

Paredes (2022) realizó un trabajo de investigación sobre la estrategia metodológica a través del pensamiento computacional para el aprendizaje de matemática, con el objetivo de desarrollar una estrategia metodológica a través del pensamiento computacional para la enseñanza de la matemática. La metodología utilizada fue cuantitativa, usando como instrumentos de recolección de información un cuestionario de encuesta con preguntas abiertas y cerradas.

Los resultados de la investigación arrojaron que las aplicaciones de las estrategias metodológicas se basan en la utilización de actividades innovadoras en el aspecto pedagógico con el uso de herramientas tecnológicas que generen un aprendizaje significativo y colaborativo. Asimismo, el pensamiento computacional despierta interés en el proceso de aprendizaje para una mejor comprensión y análisis, creando un contexto de confianza y comunicación asertiva entre pares.

Por su parte, Pérez (2019) presenta su trabajo de maestría acerca de una propuesta de estrategias metodológicas para el desarrollo de la competencia lectora en ciencia, tecnología, matemáticas y artes para el Instituto Politécnico Nacional en la ciudad de México. Planteándose una propuesta que permite el desarrollo de las competencias lectoras en estas áreas, mediante la aplicación de una metodología cualitativa utilizando la triangulación como método de análisis de datos.

Los resultados arrojaron que la formación de lectores se considera conveniente para que exista motivación para la intervención de los docentes y padres de familia como acompañamiento desde un pensamiento complejo. También se observó que el modelo educativo

por competencias incluye la interdisciplinariedad como fundamento para las estrategias metodológicas para el desarrollo de la comprensión lectora en México.

### *Antecedentes nacionales*

En el ámbito nacional, Acero (2022) hizo un trabajo de investigación sobre la argumentación por analogía en la articulación de la geometría sintética y analítica, estableciendo como objetivo principal la descripción sobre la transformación del conocimiento didáctico-matemático para diseñar tareas que favorezcan la argumentación por analogía articulando la geometría sintética y la geometría analítica, en clases de secundaria con el uso de entornos digitales de modo que se promueva la argumentación y el aprendizaje en ellas.

Esto se realizó mediante una metodología cualitativa, utilizando como la investigación-acción a través una estrategia metodológica construida en fases como: 1. Detección del problema de estudio. 2. Plan de acción para movilizar el conocimiento. 3. Implementación de acciones y recolección de información. 4. Proceso de análisis de los datos y recolección de información.

Los resultados de la investigación arrojaron que las situaciones descritas se sujetaron a interpretar la transformación del conocimiento didáctico-matemático para diseñar tareas que favorezcan la argumentación por analogía articulando la geometría sintética y la geometría analítica, en clases de secundaria del grado séptimo con el uso de entornos digitales de modo que se promueva la argumentación y el aprendizaje en ellas. Dado que, en una primera instancia, los seminarios contribuyeron con nuevas concepciones del diseño de tareas y de los fundamentos de la geometría con el uso de entornos digitales.

Gallego y Loyola (2020) realizan un trabajo de investigación acerca del desarrollo de habilidades del pensamiento computacional a través de una secuencia didáctica apoyada en las TIC para el desarrollo de las competencias matemáticas del grado sexto en el siglo XX, con el

objetivo de implementar la metodología STEAM y la secuencia didáctica apoyada en las Tecnologías de la información y la Comunicación (Class room, Meet, Drive, correo de Gmail), que aporten al desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional y a las competencias matemáticas de los aprendices del grado sexto de la Institución educativa Sebastián de Belalcázar.

Esto mediante una metodología mixta, aplicando como instrumentos de recolección de información la observación participante, guía de observación, taller y evaluación diagnóstica a una muestra poblacional de 18 estudiantes de grado sexto de la Institución educativa Sebastián de Belalcázar. Se observó la apropiación de las competencias matemáticas adquiridas por los estudiantes, de forma superior con relación a la prueba diagnóstica inicial, haciendo buen uso y aplicación de las plataformas de Class Room y Meet para lograr la obtención de aprendizajes significativos en contexto, dándose un desarrollo adecuado en la asignatura de matemática, donde se integre a profundidad los múltiples saberes y se haga uso de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para lograr el éxito de la asignatura, pues de esto depende que la práctica pedagógica impacte en los estudiantes generando aprendizajes que sean demostrados en los resultados de las pruebas ICFES.

Burbano, et.al (2020) realizaron un artículo de investigación acerca del conocimiento didáctico del contenido sobre probabilidad en profesores de matemáticas de la educación básica secundaria colombiana, con el propósito de explorar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de maestros que enseñan el tema de probabilidad. Para esto, desarrollaron una metodología cualitativa mediante el análisis de contenido del proceso interactivo entre docente-estudiante en el aula de clases.

Los resultados de investigación arrojaron que la interacción de los profesores con sus estudiantes se hace visibles y reiteran las relaciones existentes entre las concepciones del profesor sobre la probabilidad su enseñanza y aprendizaje. De igual manera, la formación inicial del profesor y el contexto escolar influyen en la enseñanza (conocimiento del contenido probabilístico) y las decisiones docentes sobre las representaciones instruccionales por utilizar en la clase.

Elles (2020) hizo un trabajo de investigación sobre la gamificación como estrategia de enseñanza-aprendizaje fortaleciendo las competencias de las matemáticas a través de tecnologías de la información y la comunicación en educación básica secundaria, con el objetivo de implementar la estrategia de enseñanza-aprendizaje fortaleciendo las competencias de las matemáticas a través de las TIC en Educación Básica Secundaria.

La metodología es cuantitativa, usando como instrumentos de recolección de información la preprueba, encuesta final de motivación y postprueba, esto evidencio los diferentes niveles de complejidades en los pensamientos matemáticos, donde se involucran en las estrategias de trabajos saberes pedagógicos, lúdicos, didácticos encaminados a satisfacer las necesidades en el área de matemáticas. Estas pruebas mostraron estadísticamente que existe una relación positiva entre en el pensamiento matemático y la herramienta classcraft que sirve el fortalecimiento de la competencia básicas en matemática y la gamificación como estrategia de aprendizaje con un papel en las clases virtuales, en la autonomía y motivación en los estudiantes reflejado significativamente el desarrollo de la competencia matemática.

Por otro lado, Flórez (2019) realizo un trabajo de investigación sobre una Estrategias lúdico pedagógicas, para el fortalecimiento de las habilidades cognitivas de Atención y Pensamiento Lógico, en niños y niñas del grado transición de la Fundación Universitaria

Libertadores para el programa de Especialización en Pedagogía de la Lúdica para Bogotá. El objetivo fue fortalecer las habilidades cognitivas de atención y pensamiento lógico en grado transición. Para esto, se utilizó una metodología cualitativa de observación directa y un formato de diagnóstico y caracterización realizado al inicio del año escolar, evidenciando algunas dificultades relevantes.

Se observa que las actividades lúdicas de carácter exploratorio, permitieron plantear las estrategias más adecuadas para fortalecer sus procesos. Por lo cual, la lúdica es una herramienta pedagógica que promueve estrategias innovadoras para romper con los paradigmas tradicionales de la educación. Estas actividades propician espacios significativos y dinámicos en los cuales los niños se motivan a aprender y desarrollan las habilidades propias de su edad.

### *Antecedentes locales*

En el contexto local, Toledo y Herrera (2022) realizaron un trabajo de grado de maestría sobre motivación y comprensión por el pensamiento matemático a través del teatro como propuesta pedagógica interdisciplinar, con el propósito de crear una estrategia pedagógica interdisciplinar por medio del teatro para potencializar la motivación y la comprensión por el pensamiento matemático en los estudiantes del grado quinto del colegio Rafael Pombo de la ciudad de Neiva.

La metodología cualitativa se desarrolló en tres fases: fase de diagnóstico, fase de implementación y fase de evaluación, la cual arrojó como resultado que los estudiantes evidenciaron motivación por el teatro y requerían el fortalecimiento del pensamiento matemático, consiguiendo la estructuración de una estrategia pedagógica que permita despertar en los estudiantes la motivación y la comprensión por las matemáticas de una manera innovadora

aprovechando otras habilidades que tenían como el arte y creando nuevas formas de enseñanza-aprendizaje en el aula.

Se logró la integración del teatro y las matemáticas como estrategia pedagógica para el fortalecimiento del pensamiento matemático, donde los estudiantes obtuvieron nuevas experiencias significativas e innovadoras en el aula de clase, con el objetivo de comprender contenidos y problemas matemáticas a través de obras de teatro, ejercicios de improvisación y puestas en escena, lo que permitía fortalecer y potencializar, en algunos casos, dichas competencias y habilidades matemáticas y sintiera la utilidad que tienen las matemáticas en la vida cotidiana.

Sánchez y Perdomo (2022) realizan una investigación acerca de la aplicación de la gamificación como estrategia pedagógica para potenciar el pensamiento lateral y creativo en los estudiantes de grado noveno y once de las Instituciones Educativas Jenaro Díaz Jordán y Barrios Unidos de Garzón, Huila. La metodología es cualitativa a través de una investigación acción, aplicando como técnicas de investigación la observación directa y encuestas de carácter cualitativo para dos muestras: 34 estudiantes de la Institución educativa Jenaro Díaz Jordán y 30 estudiantes de la Institución Educativa Barrios Unidos.

Los resultados de la investigación arrojaron que la caracterización integral de los estudiantes fue fundamental en el conocimiento de condiciones iniciales, tanto socioafectivas, socioculturales y motivacionales que influyen directamente en el desarrollo cognitivo, integral y creativo. Asimismo, los estudiantes adquirieron hábitos de desarrollo, utilizando las técnicas para potenciar el pensamiento lateral y creativo plasmado en la propuesta, pues se apropiaron de las actividades, entendiéndolas como formas de pensar diferente para romper con lo establecido, la generación de ideas novedosas y la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas.

La gamificación como estrategia metodológica potencia el pensamiento lateral y creativo de los estudiantes como elemento motivacional en cada clase, al ser aplicadas de forma continua en el desarrollo curricular mediante actividades lúdicas individuales y grupales y que por su carácter interdisciplinar puede implementarse en las diferentes áreas de la enseñanza.

Ramírez (2021) realizó el trabajo de maestría sobre Prácticas Pedagógicas para la Innovación desde la Teoría del Caos en la Enseñanza de Matemáticas, con el propósito de diseñar prácticas pedagógicas para la innovación apoyadas en la teoría del caos para fortalecer la construcción de conocimientos matemáticos de los estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Roberto Suaza Marquinez del municipio de Hobo, Huila.

La metodología utilizada fue cualitativa mediante la Investigación Acción Participativa-IAP, aplicando en tres fases diferentes un examen diagnóstico de conocimientos matemáticos, test de inteligencias múltiples, test de estilos de aprendizaje, encuesta de cierre sobre el impacto de las prácticas pedagógicas ejecutadas y un examen final de conocimientos matemáticos, para validar la efectividad de las prácticas pedagógicas en la construcción de conocimientos matemáticos. Para esto, se tuvo en cuenta una muestra de 12 estudiantes del grado séptimo de la institución que tenían acceso a computador en la casa, conexión a internet y el acompañamiento de algún acudiente.

El principal hallazgo es que ejercer pequeños cambios en el aula de clases como la implementación de prácticas pedagógicas para la innovación a partir de la teoría del caos es positiva al elevar el nivel de desempeño de conocimientos matemáticos, la importancia del desarrollo de la creatividad, la motivación e interés por el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes, dependen del desempeño del maestro, es decir, la manera como el maestro relaciona diferentes recursos y el lenguaje necesario para involucrar al estudiante en su aprendizaje.

Rivera y Silva (2021) realizaron el trabajo de maestría acerca de la geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de séptimo grado para la Universidad Sur Colombiana, con el objetivo plantear una estrategia didáctica interdisciplinar, por medio de la aplicación de un modelo de geometría fractal articulada con las matemáticas, la educación artística y educación física en los estudiantes del grado séptimo de la I. E San Miguel y la I. E. Cansarrocines Sede San Francisco del municipio de la Plata – Huila.

La metodología utilizada fue de carácter cualitativo, empleando la investigación acción-IA, aplicando a una muestra de 35 estudiantes de grado séptimo de la I. E San Miguel y la I. E. Cansarrocines una encuesta para el diagnóstico de necesidades y preferencias educativas, una secuencia didáctica y una evaluación de la misma. Se obtuvo como resultado que la aplicación de la estrategia mediante la geometría fractal cambio la visión docente tradicional donde no existía espacio para el pensamiento complejo, en cambio, a través de este contenido se brindó a los estudiantes la oportunidad de ver representaciones matemáticas de patrones que se encuentran en la naturaleza. De esta manera, se relacionó los contenidos tradicionales de la escuela con los de la vida cotidiana, y con esta contextualización a los escolares se les facilitó comprender la importancia de la geometría fractal.

### **Justificación**

Las múltiples problemáticas que se presentan en el mundo actual, requieren que la educación transite hacia otras formas de educación, incorporando procesos como el pensamiento sistémico es indispensable para confrontar los problemas-situaciones que plantean la vida cotidiana, ayudando a entender las dinámicas que se adaptan mejor al sistema-mundo, esto da

cabida a modelos mentales. Estos modelos mentales son representaciones del mundo, por ende, los problemas complejos se consideran así porque se considera que los sistemas que los provocan son complejos, lo que significa que es más difícil construir modelos mentales y son más difíciles de comprender.

Por lo anterior, existe una complementariedad entre el pensamiento lógico matemático y los sistemas adaptativos que permiten la comprensión de conceptos abstractos, razonamiento y comprensión de relaciones. Esto va más allá del contexto educativo, sino que también impacta a nivel personal como el desarrollo del pensamiento y de la inteligencia, el desarrollo de la capacidad de solucionar problemas en diferentes ámbitos de la vida, la formulación de la hipótesis y estableciendo predicciones.

De igual manera, el desarrollo de los sistemas adaptativos fomenta el razonamiento, sobre las metas y la forma de planificar para conseguirlo, estableciendo relaciones entre los diferentes conceptos, proporcionando sentido a las acciones y/o decisiones. Esto significa que el desarrollo de las habilidades de razonamiento lógico permite en edades tempranas, una estimulación adecuada desde una edad temprana favoreciendo el desarrollo fácil e introduciendo habilidades para asumir la vida cotidiana.

Cabe señalar que esta investigación da apertura a investigaciones relacionadas al pensamiento complejo, las habilidades lógico matemáticas y los sistemas adaptativos como formas de comprender y trabajar bajo las normas de la complejidad y estimulando los estudios multidisciplinarios, inter y transdisciplinarios en la educación secundaria, entendiendo las múltiples problemáticas actuales que afronta las instituciones educativas. Esto ayudara a establecer nuevas formas de abordar diferentes competencias y habilidades para los estudiantes de secundaria, en diferentes áreas del saber.

Asimismo, esta investigación permitirá impactar en áreas de conocimiento como tecnología, matemáticas y la educación en general, pues permite desde el enfoque del pensamiento complejo abordar aspectos de las habilidades lógico matemáticas que se aplican a campos del saber diversos, ayudando al desarrollo del pensamiento crítico, las habilidades blandas y otros aspectos que nutren el saber de los estudiantes y docentes.

## **Fundamentos teóricos**

### **Ciencias de la complejidad**

En el lenguaje cotidiano, es usual escuchar la palabra complejo como sinónimo de algo difícil o complicado ante situaciones de nuestra vida cotidiana que catalogamos como experiencia. Sin embargo, las ciencias de la complejidad son un verdadero avance en la historia del conocimiento, Maldonado (2014) afirma que esta ciencia tiene como objetivo el estudio de fenómenos, sistemas y comportamientos de complejidad creciente, es decir que aprenden y se adaptan permaneciendo alejados del equilibrio. Por consiguiente, esta ciencia no se encarga de todas las cosas: fenómenos, sistemas y comportamientos, puesto que no todos tienen la característica de ser complejos.

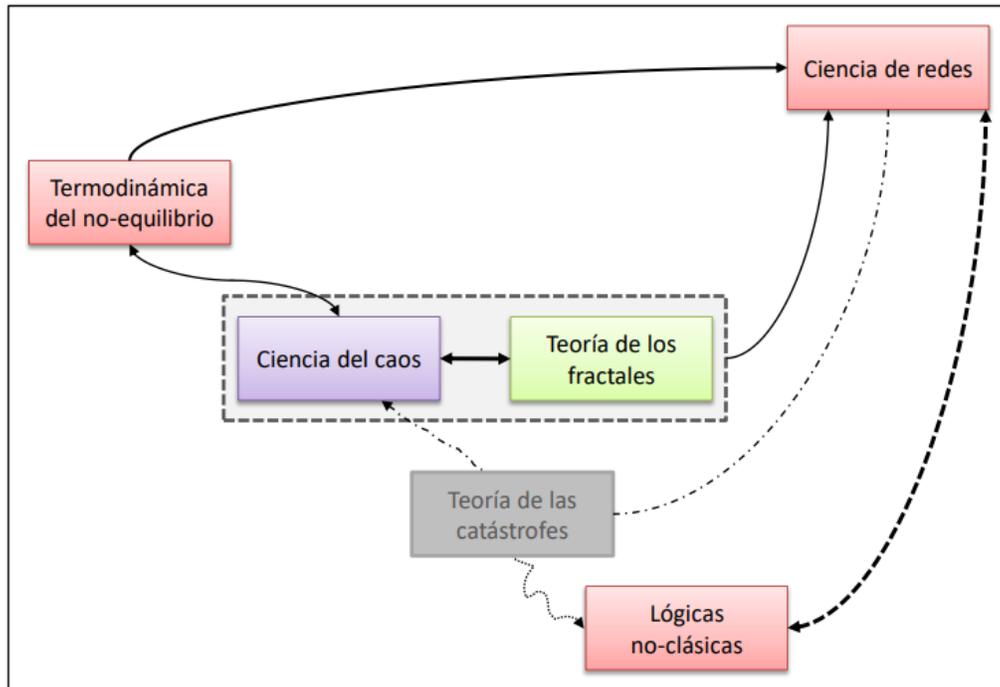
Las ciencias de la complejidad pueden ser clasificadas de varias maneras: cuando los sistemas, fenómenos y comportamientos evolucionan y ganan grados de libertad; cuando los sistemas ganan información y no necesariamente memoria; cuando los fenómenos son sensibles a las condiciones iniciales y se encuentran en redes libres de escalas y cuya topología es esencialmente variable, (Maldonado & Gómez 2010; Maldonado, 2017).

Las ciencias de la complejidad son una revolución científica, ya que buscan romper la forma disciplinar de las ciencias y el conocimiento, proponiendo enfoques transversales

interdisciplinarios. Como podemos ver en la figura 1, más allá de presentar de manera general las ciencias de la complejidad, tiene como función mostrar el estado actual de las investigaciones en este campo.

## Figura 2

### Estado actual de las ciencias de la complejidad



Fuente: Datos extraídos de Maldonado y Gómez (2010)

En la figura 2, se ilustra la primera de las ciencias de la complejidad, termodinámica del no equilibrio desarrollada por I. Prigogini, cuyo centro es el no equilibrio y en consecuencia la vida. El caos fue desarrollado por E. Lorenz principalmente identifica atractores extraños. La tercera de las ciencias de la complejidad es la geometría de fractales que es recíproca al caos, ya que todo atractor extraño tiene en su base una dimensión fractal. La teoría de catástrofes desarrollada por R, Thom, desaparece en cuanto teoría matemática, pero permanece como un

lenguaje que expresa cambios irreversibles, imprevistos o súbitos. La quinta de las ciencias de la complejidad son las redes complejas, desarrollada originalmente por D. Watts, L. Barabasi y S. Strogatz entre los años 2001 y 2003, identificada por un conjunto de nodos o enlaces con conexiones entre ellas que permiten dar características generales de un sistema complejo. Las lógicas no clásicas se fundamentan en que no hay una única lógica de la verdad.

Trasladando las ciencias de la complejidad a la educación, podemos decir que este último se ha visto enmarcada por lineamientos curriculares conducidos por un sistema educativo nacional e implementado por las instituciones, que hacen de los educandos seres competitivos cuyo principal objetivo es lograr una buena calificación. Entendiendo que la educación es más que eso, es un fenómeno dinámico, no lineal, en entornos cambiantes y caracterizados por turbulencias; Maldonado (2017) manifiesta que la educación, en todo el sentido de la palabra, se trata de posibilidades de y para la vida, antes que destrezas, habilidades, competencias, técnicas y contenidos cognitivos o comportamientos.

Contextualizando lo anteriormente dicho, complejizar la educación también se remite a la no fragmentación del conocimiento, es decir, permite dar soluciones a problemáticas del contexto incluyendo diferentes campos del saber. Es así que el estudiante trabaja desde sus gustos y fortalezas en beneficio del bien común, esto conlleva a que surjan retos, desafíos, cuestionamientos y se forme un individuo con criterio propio. En conclusión, como dice Maldonado (2017) la educación con bases en complejidad, es aquella que promueve, de tantas maneras como quepa imaginar, grados de libertad, procesos de autonomía y dinámicas de independencia. Siendo así que para el problema que se está tratando en este documento se basa desde los Sistemas Adaptativos Complejos

### *Sistemas Complejos Adaptativos*

Los sistemas adaptativos complejos (SAC) es una teoría que explica cómo los sistemas compuestos por agentes interactúan en términos de reglas y se adaptan al entorno cambiando sus reglas cuando van acumulando experiencias (Holland, 1996). La complejidad de los SAC radica en la diversidad y en las interacciones entre los agentes que conforman el sistema, mientras mayor sea la cantidad de agentes, mayor será la interacción entre estos y por ende será más difícil predecir su comportamiento ya que actúa de acuerdo a su propio interés.

Los SAC están constituidos por un gran número de elementos activos que son diversos tanto en formas como en habilidades. Si quisiéramos conocer las interacciones de grandes números de agentes, debemos ser capaces de describir las habilidades de los agentes de manera individual (Holland, 1996). El comportamiento de los agentes está dado por un conjunto de reglas o normas estímulo-respuesta, y son una manera de describir sus estrategias.

De acuerdo a lo propuesto por John Holland, autor que más ha teorizado sobre este tema, argumenta que todo sistema que se establece como SAC, debe tener ciertas características las cuales llamó los siete básicos, que corresponde a cuatro propiedades y tres mecanismos.

La primera propiedad se denomina agregación y hace referencia a la emergencia (aparición) de comportamientos complejos que surgen a partir de las interacciones entre los agentes. Además, los agregados pueden ser agentes en un nivel superior, formándose así meta-agentes, que pueden agregarse para conformar agentes de segundo nivel, superior al anterior. Cuando este proceso se repite varias veces, podemos decir que se ha llegado a la organización jerárquica de los SAC. (Holland, 1996, p.27)

La segunda propiedad es la no-linealidad y propone que el comportamiento de un todo es mayor que la sumatoria de sus partes.

Los flujos corresponden a la tercera propiedad de los SAC y explica la interacción entre los nodos de la red, es decir, es la información que transita a través de las redes y reflejan los cambios provocados por el proceso de adaptación a medida que pasa el tiempo y se acumula experiencia. Además, los nodos y conectores pueden aparecer o desaparecer del sistema, siempre y cuando los agentes tengan éxito o no en su proceso de adaptación. (Holland, 1996:39)

La diversidad, como cuarta característica de los SAC, explica el surgimiento de nuevas posibilidades a partir de la interacción entre los agentes. En un ambiente determinado puede haber multiplicidad en el tipo de agente como en atributos de la misma clase de agentes. Holland (1996) afirma que “cada nuevo agente abre nuevas posibilidades de interacción y especialización, lo cual incrementa todavía más la diversidad” (p. 44). Además, la diversidad de un SAC, es el producto de las continuas adaptaciones y evolución de los patrones, cada vez que haya una adaptación en el sistema, se abre la posibilidad de que ocurra posteriores interacciones. La diversidad de un SAC es un patrón dinámico, persistente y coherente” (Holland, 1996, p. 44)

Entre los mecanismos tenemos el marbeteado, que hace referencia al proceso de identificación por medio de etiquetas (marbetes) que facilita la interacción, donde agentes pueden seleccionar otros agentes para establecer interacciones permitiendo así, la construcción de agregados. “Las interacciones bien establecidas basadas en marbetes proporcionan una base firme a la discriminación, la especialización y la cooperación” (Holland, 1996, p. 29)

El segundo mecanismo de los SAC son los modelos internos y hace referencia a la capacidad que tienen los agentes de crear patrones de comportamiento que logren dar cuenta de su ambiente y permita anticiparse cuando el patrón vuelva a ser encontrado. En el tercer mecanismo tenemos bloques de construcción, que permite la elaboración de modelos internos y

entender cómo esos modelos se pueden reutilizar para afrontar nuevas situaciones que no estaban desde un inicio cuando se realizó el primer modelo.

Desde los aportes de (Abascal, 2016)Kaufman (1995) los sistemas adaptativos complejos afirman que el orden no es accidental y que la complejidad se distingue por modelos no lineales, la relación entre sus variables y la continua interacción entre lo estable y lo caótico, por lo cual se requiere de una auto-organización que se considera como las interacciones entre elementos de un sistema emergente que surgen de la ausencia de un plan central y no se deduce de un conocimiento de todos los elementos de menor nivel y su interacción entre ellos (Anderson, 2002; Patiño, et.al, 2020).

Por otro lado, el pensamiento de Mitchell (2009) ayuda a comprender los sistemas complejos adaptativos, a partir de una serie de aspectos para comprender la complejidad, tales como:

1. Comportamiento colectivo que permite que los agentes sigan reglas simples para lograr un comportamiento complejo, sin necesidad de control central.
2. Los agentes producen información para sus agentes internos y externos.
3. Los agentes cambian su comportamiento para aumentar las posibilidades de supervivir.

## **Complejidad y educación**

Maldonado (2017) manifiesta que en el mundo actual la educación es compleja porque transforma el comportamiento de los individuos y las comunidades en un contexto y tiempos caracterizados por la complejidad. La complejidad surge por la necesidad de explicar fenómenos contemporáneos que se caracterizan por su inestabilidad, fluctuación, incertidumbre, caos y emergencia.

En América latina la relación de educación con complejidad es referente a Edgar Morín, ya que en sus reflexiones lo importante de la educación es que sea capaz de incentivar un aprendizaje en el que el estudiante tenga la capacidad de cuestionar su conocimiento, reconocer la presencia de las incertidumbres y ver errores cognitivos (Morales, 2020). Freire dice a esto respecto:

Me gusta ser hombre, ser persona, porque no está dado como cierto, inequívoco, irrevocable qué soy o seré... porque sé que mi paso por el mundo no es algo predeterminado, preestablecido. Que mi destino no es un dato, sino algo que necesita ser hecho y de cuya responsabilidad no puedo escapar. Me gusta ser persona porque la Historia en que me hago con los otros y de cuya hechura participo es un tiempo de posibilidades y no de determinismos (Freire, 2006, p. 52).

Jörg, T., Davis, B., & Nickmans, G. (2017) indican que el nuevo paradigma de la complejidad en educación implica abandonar el deseo de predeterminar los resultados y enmarcarse en las posibilidades más que en los fines. “Deberíamos ser realistas de una manera compleja, comprendiendo la incertidumbre de la realidad, sabiendo que lo real contiene un potencial invisible” (Morin, 2001 p. 70). Este paradigma permite un enfoque interdisciplinar de las ciencias en donde a partir de la comprensión de las cualidades de los fenómenos, se expresa explícitamente el proceso para transformar o modificar el sistema estudiado.

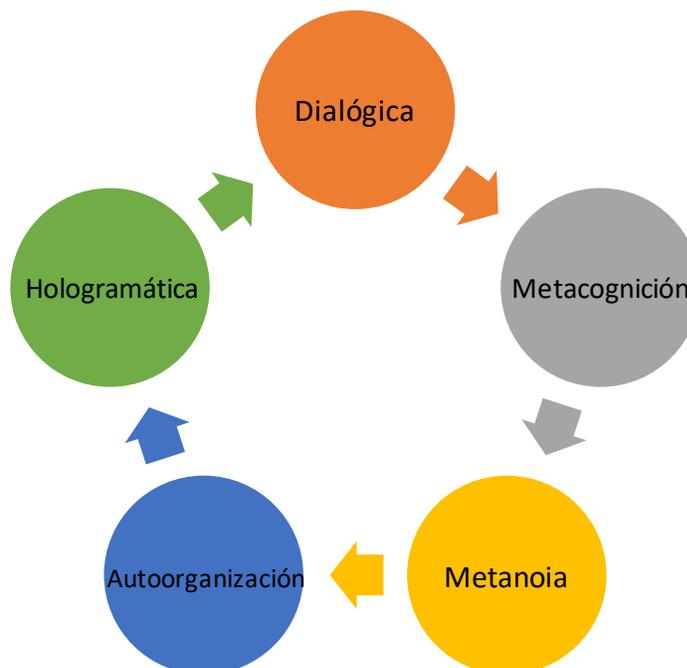
“Con el pensamiento complejo se desmienten las certezas, los absolutos; se niega la posesión completa de las verdades y se reconoce la presencia de las incertidumbres y del error en cualquier tipo de conocimiento humano” (Morin, 1999, p. 12). Morin desarrolla la idea de que el aprendizaje se debe abordar a partir de problemas, ya que es allí donde se integra saberes, se reconoce la incertidumbre y se comprende la realidad desde la diversidad.

### *Complejidad en habilidades de razonamiento lógico*

Cuando el pensamiento complejo se articula al razonamiento lógico del área de las matemáticas, debe tener un pensamiento basado en la coherencia y se encuentra formado por una necesidad de investigar y explorar para estimular el intelecto, la habilidad crítica y la creatividad (Morín, 2000). De este modo, el aprendizaje significativo actúa como una noción del pensamiento complejo que ayuda a utilizar diferentes estrategias para resolver problemas, comprendiendo que las matemáticas se encuentran en el medio de una gran red de hilos integrada por diferentes componentes que ayudan a cubrir las necesidades especiales (Barragán, et.al, 2018; Hernández, 2020). Las consideraciones anteriores deben tener en cuenta las habilidades del pensamiento complejo aplicadas al razonamiento lógico, tal como se observa en la figura 3.

### **Figura 3**

*Habilidades del pensamiento complejo aplicadas al razonamiento lógico*



*Nota. Datos extraídos de Barragán et.al (2018)*

La habilidad dialógica se refiere a la construcción del conocimiento buscando partes que se complementen entre sí, dentro de la lógica matemática para desarrollar un pensamiento complejo (Alvarez, 1996; Hernández, 2020). En el caso de la metacognición, es el proceso de autorreflexión para mejorar el desempeño de la realidad, utilizando la lógica para resolver los problemas más complicados y los más sencillos. Asimismo, la metanoia comprende la realidad desde la mente con el objetivo de generar creatividad e innovación para que el conocimiento sea abierto y dinámico.

La auto-organización es buscar alcanzar metas a través de organizar, cambiar y evolucionar para alcanzar metas, tratando de buscar opciones que se dirijan hacia el objetivo del problema planteado. También la habilidad hologramática que consiste en construir el conocimiento estructurado y que posibilita la innovación y el cambio para empezar con las partes organizadas y estructuradas.

### *Aula de clase como un SAC*

En el aula de clase ocurren constantemente interacciones entre sus miembros, esto hace que sea un sistema complejo en donde la emergencia de conductas hace necesario una adaptación. En los SAC “la fuente primaria de adaptabilidad es la enorme habilidad cognitiva de la mente humana” (Maxfield, 1996, p. 10): la adaptación resulta de la capacidad de aprender, desplegar nuevas estrategias y reaccionar con rapidez a los cambios del entorno.

Los comportamientos colectivos en el aula permiten ver las características centrales de los SAC, las cuales incluye:

- 1. Relaciones de corto alcance:** la interacción entre los agentes hace que la información atraviese el sistema, en donde puede ser modificada.

2. **Relaciones no lineales:** conjunto de estímulos de gran importancia que se propagan en el sistema.
3. **Las estrategias dependen de las estrategias de otros:** las acciones de los agentes y sus interacciones producen constantes adaptaciones y evoluciones en el entorno que cambia continuamente según las estrategias de los agentes.
4. **Es un sistema abierto:** la materia, la energía y la información es un sistema que permanentemente se autoorganiza e interactúa con el entorno debido a que constantemente entra y sale información.
5. **El conocimiento es local:** la complejidad surge de las interacciones entre agentes, es por esta razón que ningún agente puede saber todo del sistema ni tampoco controlarlo.

Las anteriores características permiten ver a un SAC como un conjunto en donde sus miembros llamados agentes son independientes a los otros agentes, por tal razón ponen en juego diferentes estrategias que les permiten interactuar con el fin de aprender y producir comportamientos emergentes que les permitan adaptarse a su entorno.

Margery (2019) afirma que es necesario poner en práctica las siguientes reglas para transformar la clase tradicional en una clase SAC:

1. **Agente altruista:** cada agente es interdependiente, las interacciones que hagan con los compañeros les permita ayudar a aprender a los demás convirtiéndose en una tarea de todos.
2. **Agente egoísta:** es el agente que enseña el tema porque sabe que apoyando a otros es cuando más aprende y desarrolla capacidades blandas en donde es necesaria la ayuda de otras personas.

3. **Transferencia de aprendizajes:** cada agente interactúa todo el tiempo con su entorno, es por esto que los aprendizajes de la clase deben ser llevados a la realidad concreta y a la experiencia.
4. **Curiosidad disciplinada:** cada miembro del SAC lleva preguntas a la clase y luego las pone a prueba a ver que sirve y que no sirve. La curiosidad, al ser disciplinada, se convierte en investigación.
5. **Mediación:** en la clase SAC cada estudiante desarrolla capacidades de comunicación y utiliza herramientas como portafolios que les permite recolectar la experiencia y aprendizajes de aula para poder comunicar de manera efectiva a otras personas de la clase.
6. **Entorno complicado:** ya no es un asunto solo del profesor y el estudiante, sino que la clase se trabaja con pares, distintos invitados con quienes se deben negociar para realizar trabajo colaborativo basado en proyectos fuera y dentro del aula.
7. **No linealidad:** el mundo no siempre es lineal, es decir en una clase SAC hay ideas pequeñas que pueden tener un gran impacto, mientras otras estructuradas no tener ninguno; es de aquí la importancia de mantener en la clase un líder que una a otros a las dinámicas de la clase, persistir en los estímulos que se proporcionan en la clase, ofrecer ideas novedosas y aprovechar los momentos de clase donde se logra la atención de todo el grupo.
8. **Protocolo fantasma:** es la regla que atraviesa a todas las demás, consiste en estar en la clase todo el tiempo con la atención plena, preguntándose, viendo que se está aprendiendo, que no gusta, que mejorar, como apoyar al grupo, que pregunta hacer que permite mayor transferencia de aprendizaje al grupo.

## **Escala disciplinar**

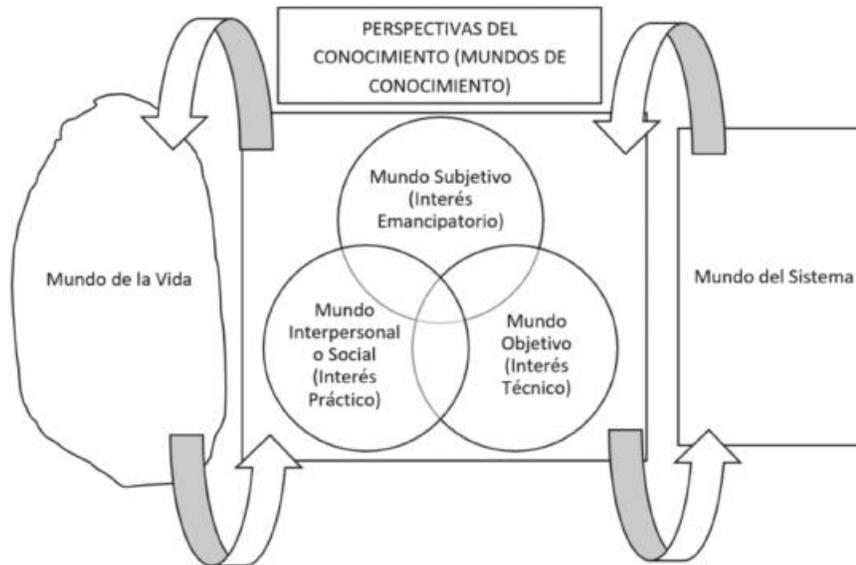
### ***Disciplinariedad***

Henao et al. (2017) comenta que el concepto de disciplina proviene del latín *discere* (aprendizaje), siendo utilizado desde la antigüedad y en la edad media como una forma de ordenar el conocimiento con propósitos de enseñanza y de aprendizaje; remite a los métodos para inculcar el conocimiento.

En consecuencia, la disciplina tiene la condición de poder responder a ciertos límites del conocimiento, incluso hasta cierto nivel del mismo, siendo importante reconocer que una mirada disciplinar no logra generar una mirada completa y totalizante del mundo mismo. Dentro de esta imposibilidad, han surgido nuevas segmentaciones que han desarrollado nuevas interpretaciones del mundo, organizando nuevas unidades de conocimiento en diversos contextos, denominándose en estas nuevas categorías como especializaciones. Esta suerte de atomización del conocimiento es producto del establecimiento de una perspectiva que busca establecer una objetividad, a partir de un método técnico para interpretarle (Gómez, 2020).

**Figura 4**

*Diagrama de perspectivas del conocimiento desde Habermas*



*Nota. Datos extraídos de Henao, 2017*

### ***Interdisciplinariedad***

La actualidad se caracteriza por transformaciones globales que provocan dinamismo en todos los ámbitos: político, económico, social, tecnológico y ecológico, es por esta razón que la educación ha sido y sigue siendo prioridad entre los seres humanos para afrontar un presente y un futuro cambiante, donde la incertidumbre es la constante (Álvarez, 2016), la educación es un concepto “fundamentalmente discutible” (Carr, 2005).

Tradicionalmente, la educación se ha definido como la acción de transmitir conocimientos, creencias, tradiciones y costumbres de la generación mayor, más experimentada, a la siguiente, que lo está menos, para garantizar la continuidad de una sociedad determinada (Larroyo, 1981; Bell, et.al, 2022). Desde esta perspectiva, se fortalece la idea de que la

educación es la acción que acompaña al ser humano en su historicidad y en la dinámica de nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos.

Como la educación es indispensable en el entorno de cualquier sociedad su esencial actor también lo es, de ahí la obligación de analizar desde la educación y el conocimiento escolar el papel del docente, una imagen de orientador del aprendizaje, que planea, diseña y ejecuta actividades de aprendizaje autónomo, desde esta mirada es necesario que el docente repense sus funciones y las enmarque en el contexto social y significativo del estudiante. Por tal razón la interdisciplina juega un papel importante en la educación. Rolando García indica:

La interdisciplina supone la integración de diferentes enfoques disciplinarios, para lo cual es necesario que cada uno de los miembros de un equipo de investigación sea experto en su propia disciplina, una investigación interdisciplinaria supone la integración de diferentes enfoques para la delimitación de una problemática. Ello supone concebir cualquier problemática como un sistema cuyos elementos están interdefinidos y cuyo estudio requiere de la coordinación de enfoques disciplinarios que deben ser integrados en un enfoque común. De ahí que la interdisciplina implique el estudio de problemáticas concebidas como sistemas complejos y que el estudio de sistemas complejos exija de la investigación interdisciplinaria. (García, 2006; Bell, et.al, 2022)

En síntesis, el ámbito escolar debe ser abordado a partir de estudios de problemas relacionados con el contexto de la sociedad, que permita al estudiante definir la problemática a estudiar y dar solución bajo distintos enfoques, partiendo de sus conocimientos y métodos. De esta forma las instituciones educativas se acercan a la realidad, en donde los problemas cotidianos tengan importancia en los currículos y estos no solo está centrado en asignaturas, sino

que puede planificarse alrededor de problemas cotidianos y cuestiones sociales que tengan espacio dentro del trabajo en las aulas y centros escolares.

### ***Multidisciplinariedad***

La multidisciplinariedad corresponde al uso de diferentes modelos teóricos y metodológicos que pertenecen a diferentes disciplinas para abordar una pregunta de investigación, compartiendo diversas perspectivas que sirven de base para la disciplina (Jahn, et.al, 2012). Por esto, el acercamiento multidisciplinar es una forma de colaboración entre disciplinas que enriquece la labor investigativa mediante la incorporación de diferentes áreas. Sin embargo, esto se encuentra al servicio de la disciplina base, por lo que los límites del marco disciplinar permanecen vigentes; la actividad desarrollada en un proyecto multidisciplinar no conduce necesariamente a la interacción, llegando a trabajar los diversos equipos ignorando el trabajo llevado a cabo por el resto.

### ***Pluridisciplinariedad***

La pluridisciplinariedad hace referencia a la indagación de un objeto por medio de varias disciplinas a la vez, indagando metodologías y conocimientos más amplios que aporten a dicho objeto de estudio (Chueque, et.al, 2001; Surge, 2018). Sin embargo, la pluridisciplinariedad debe afrontar el tema de traspasar los límites de las disciplinas, ya que pone juego la legitimidad de estas. Pese a esto, se pretende tener dignidad científica respetando la rigurosidad empírica, proceso metodológico y persuasión argumentativa, a través de procesos de vigilancia epistemológica (Surge, 2018).

### ***Polidisciplinariedad***

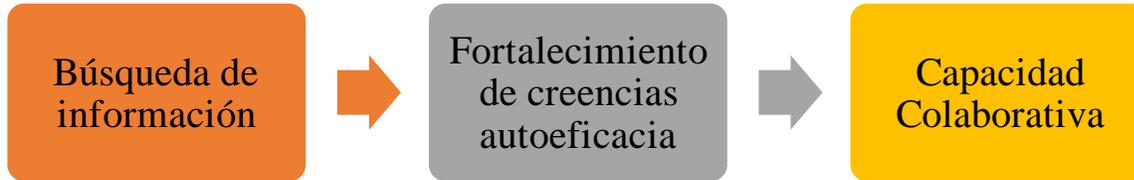
La polidisciplinariedad es una asociación de disciplinas para un proyecto o de un objeto común que se constituyen como disciplinas llamadas técnicas especializadas para resolver un problema. Se encuentra conectada a la transdisciplinariedad, porque trata de esquemas cognitivos que pueden atravesar las disciplinas, que operan y juegan un rol en la historia de las ciencias; reteniendo las nociones claras que están implicadas en ellas, es decir, la cooperación y la articulación como un objeto y proyecto común. Cabe señalar que la complejización de las ciencias y las metodologías, lo que ha generado que la constitución de los objetos de estudio requiera procesos ínter, poli y transdisciplinarios que permitan establecer diferentes relaciones de intercambio, cooperación y policompetencia (Morín, 2007).

### ***Transdisciplinariedad***

La transdisciplinariedad se comprende más allá de las diversas disciplinas que se enriquecen unas y otras, o la interdisciplinariedad que permite establecer un orden epistémico y metodológico, lo que se pretende mediante la transdisciplinariedad es superar la fragmentación del conocimiento y la incapacidad de comprender la complejidad del mundo actual, logrando identificar la multiplicidad de nexos, relaciones e interconexiones (Martínez, 2007). Esta área está comprendida por tres capacidades transdisciplinares que se basa en los aspectos que se encuentran en la figura 5.

**Figura 5**

*Capacidades transdisciplinarias*



Estas capacidades transdisciplinarias se pueden comprender en dos sentidos diferentes: la primera se basa en la capacidad de buscar información de forma efectiva, demostrando confianza en sus capacidades y trabajando en equipo, esto con el objetivo de afrontar los retos de la experiencia, los problemas de la vida y el mundo real, los cuales serán fundamentales para que los estudiantes los comprendan y no se organicen por áreas.

**Competencias (básicas, generales y específicas)**

Según el Ministerio de Educación (2005) la competencia puede delimitarse como una combinación dinámica de formas de conocimiento, comprensión, capacidades, habilidades, condiciones intelectuales, emocionales, para desarrollar una serie de tareas a desempeñar, bajo la combinación de una serie de condiciones, que permite determinar situaciones, relacionar atributos y tareas, permitir que ocurran varias acciones intencionales de manera simultánea, al igual que lograr desenvolverse en ámbitos contextuales diversos (colegio, universidad, trabajo, etc.). En este sentido, el desarrollo de una competencia está asociada a la adaptación que una persona tiene sobre una situación y un contexto constituyente (OCDE, 2005).

En consecuencia, una competencia es un elemento que integra diversos aspectos en los que se congregan habilidades, valores y conocimientos -metodologías, actitudes y tipos cognitivos-. De ahí que su forma de clasificación pueda delimitarse en tres formas amplias:

- Básicas: se consideran como todos los requisitos dados para el acceso a ciertos institutos de formación, o el ingreso a determinados contextos laborales.
- Generales: se consideran como las competencias requeridas para un diverso campo de profesiones y ocupaciones, en los que se comparte una serie de herramientas requeridas, las cuales están relacionados con el análisis de problemas, evaluar las estrategias a utilizar y aportar soluciones importantes en situaciones novedosas.

Dentro de todas las habilidades que pueden articularse, el ministerio de trabajo incluyo las siguientes

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
- Responsabilidad social y compromiso ciudadano.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Capacidad de comunicación en un segundo idioma.
- Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

- Capacidad crítica y autocrítica.
  - Capacidad para actuar en nuevas situaciones.
  - Capacidad creativa.
  - Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
  - Capacidad para tomar decisiones.
  - Capacidad de trabajo en equipo.
  - Habilidades interpersonales.
  - Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.
  - Compromiso con la preservación del medioambiente.
  - Compromiso con su medio socio-cultural.
  - Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.
  - Habilidad para trabajar en contextos internacionales.
  - Habilidad para trabajar en forma autónoma.
  - Capacidad para formular y gestionar proyectos.
  - Compromiso ético.
  - Compromiso con la calidad
- Específicas: son las competencias orientadas a los conocimientos, habilidades, y valores que son concordantes con una exigencia específica requerida, ya sea para un cargo laboral o para desempeñar una función educativa. Son formas de conocimiento más especializado.

### *Clasificación de las competencias básicas (cognitivas, metodológicas y actitudinales)*

Según Sanz (2010) las competencias cognitivas se consideran como la arquitectura mental del ser humano, quienes guardan las finalidades de comprender, evaluar, y generar

información que permita tomar decisiones y solucionar problemas. Dentro de la competencia cognitiva, se logra identificar que ésta porta de diversos componentes que entran en consideración de cómo se dan las relaciones entre los humanos y el mundo, tal como se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Niveles de cognición.*

Niveles de cognición		
Bajo	Medio	Alto
<b>Sensación:</b> Transforman un impulso en una experiencia sensorial	<b>Aprendizaje:</b> Adquirir de manera permanente habilidades, conocimientos y conductas	<b>Razonamiento:</b> Extraer inferencias y llegar a conclusiones válidas.
<b>Percepción:</b> Organizar y asignar significado a las experiencias sensoriales.	<b>Memoria:</b> Codificar, almacenar, mantener y recuperar información	<b>Creatividad:</b> Producir muchas ideas, variadas, originales y detalladas.
Atención: Seleccionar y centrarse en determinados estímulos.	<b>Comunicación:</b> Dominar el lenguaje comprensivo (escuchar y leer) y productivo (hablar y leer).	<b>Toma de decisiones:</b> Proponer opciones, evaluarlas y elegir la mejor.
		<b>Resolver problemas:</b> Proponer soluciones, elegir la mejor, verificarla y evaluarla.

*Fuente: Datos extraídos de Sanz (2010)*

Las competencias metodológicas, se consideran que son los elementos que un estudiante o trabajador puede disponer para obtener conocimientos, paso a pasos, métodos, técnicas o formas de hacer determinadas cosas; este proceso se inscribe en las formas y en las maneras en que se pueden hacer las cosas.

Y finalmente las competencias actitudinales, tal y como lo describe Sobrado y Santos (2004) remite a aquellas actitudes en los que se consideran los saberes, habilidades y destrezas

desarrolladas con los ámbitos, personales, sociales, participativos y de juzgamiento hacia las cosas de la cotidianidad.

### ***Habilidades de razonamiento lógico***

Si se tiene presente que la lógica es uno de los constituyentes más importantes dentro de la formación de pensamiento, al igual que uno de los constituyentes del sistema cognitivo de cualquier persona (Chamorro, 2005), permitiendo establecer las bases del razonamiento, la construcción del pensamiento matemático, sus relaciones subyacentes, sus formas de clasificación, equivalencia y consecuencia, para la comprensión del número y de los elementos de fundamentación de la formación matemática (Piaget, 2000).

La adquisición de conceptos matemáticos, será siempre más fácil al descubrir un concepto simple, ya que este requiere menos experiencias y ensayos, que el de un concepto compuesto. El pensamiento cognitivo conceptualizado por Piaget (2000), no se limita simplemente a absorber información, su capacidad para aprender tiene límites, esto debido a que el proceso de asimilación e integración en los niños, son más lentos, comprendiendo de poco a poco, por ejemplo: los niños aprenden paso a paso las relaciones matemáticas que les permiten dominar las combinaciones numéricas básicas.

### ***Tipos de razonamiento***

El razonamiento es un proceso que está constituido por un análisis de información, que se construye mediante premisas y conclusiones que se encuentran determinadas por conocimientos científicos y filosóficos (Cadena y Gutiérrez, 2016). Por ende, el razonamiento se estructura en la forma de argumentar, tal como se presenta a través de los diferentes tipos de razonamiento.

**Razonamiento inductivo:** El método inductivo significa pasar de los hechos específicos a una afirmación general, se emplea en las ciencias experimentales. A partir del procedimiento inductivo, se formalizan las leyes científicas y los principios fundamentales e independientes que se llaman axiomas. Este tipo de razonamiento inductivo tiende a descubrir nuevas leyes y se le ha considerado como una fuente creadora del conocimiento nuevo. El fundamento de la inducción se define como la captación de una relación necesaria entre los fenómenos, que permite realizar una generalización (Cadena y Gutiérrez, 2016).

**Razonamiento deductivo:** Este tipo de razonamiento se deriva de una serie de proposiciones de las cuales una, es la conclusión que se deriva de otras premisas, las cuales se constituyen por ser declarativas, pero en ocasiones se presentan como preguntas retóricas o frases nominales (Cadena y Gutiérrez, 2016).

**Razonamiento analógico:** Este razonamiento se infiere mediante la semejanza que hay entre dos o más hechos o situaciones, permitiendo la identificación de una nueva propiedad en uno de ellos, concluyendo la razonabilidad de que también el otro hecho o situación, posea dicha propiedad (Cadena y Gutiérrez, 2016). Este tipo de razonamiento se caracteriza porque:

- Las premisas se construyen mediante la observación de los hechos concretos
- Se hacen inferencias mediante propiedades relevantes
- Los ejemplos con los que se comparan deben tener claridad y no contradicción.

**Razonamiento estadístico:** Se construye el enunciado mediante la frecuencia con la que sucede un fenómeno, mediante la toma de una muestra y se infiere que las características o la inferencia que se deriva de esta, se presenta en toda la población (Cadena y Gutiérrez, 2016).

De igual forma, existen otros tipos de razonamiento indispensables en el proceso educativo y de constitución de los sistemas complejos, tales como:

**Razonamiento matemático:** Se constituye como una habilidad para desarrollar en los estudiantes una forma de transformar el lenguaje natural en lenguaje matemático a través del uso de los procesos de relación de números con operaciones básicas, los símbolos numéricos y matemáticos que permiten producir, interpretar y resolver problemas de la vida diaria para que a través de su comprensión puedan desenvolverse en cualquier escenario en el que incurriera (Chango, 2021).

**Razonamiento abductivo:** Según Angulo (2022), este tipo de razonamiento se presenta puede presentarse de tres maneras: La primera forma es que el razonamiento abductivo se concibe como abducción sobrecodificada en este tipo de razonamiento el argumentador tiene la opción de relacionar una posible regla a un caso evidenciado, es decir este es consciente de una sola regla que sigue ese caso. Una segunda manera, es la abducción subcodificada que se refiere a una posible consecución de muchas reglas del que un argumentador es consciente a la hora de la posible explicación de un caso, esto sin que la diversidad de reglas a escoger sea equiprobable. Por otra parte, la abducción creativa surge en el caso de que un argumentador no sea consciente de ninguna regla y requiera la invención de una para la explicación posible de un caso.

**Razonamiento difuso:** El razonamiento permite sacar conclusiones lógicas a partir de un conjunto de premisas. En un nivel de abstracción más elevado, permite generar una respuesta acorde a situaciones que no han sido analizadas con anterioridad (Cortez, 2020).

**Razonamiento emocional:** Se concibe como “un modelo situacional que, a partir de las experiencias vividas y las deducciones lógicas, generamos juicios de valor, con un significado particular para cada uno de las situaciones o escenarios en los cuales se deba reaccionar de alguna manera” (Agudelo, et.al, 2019, p.8).

## La competencia matemática en PISA

PISA define la competencia matemática de los escolares como “la capacidad individual para identificar y comprender el papel que desempeñan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundados, utilizar las matemáticas y comprometerse con ellas, y satisfacer las necesidades de la vida personal como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo” (OECD, 2004, p. 3; OECD, 2003, p. 24). Es por lo anterior que cobra importancia el razonamiento lógico matemático, ya que permite al estudiante identificar, analizar, razonar, comunicar, hacer juicios fundados y usar la matemática en variedad de situaciones y necesidades para la vida individual como ciudadano.

El foco de la evaluación PISA se centra, en “cómo los estudiantes pueden utilizar lo que han aprendido en situaciones usuales de la vida cotidiana y no sólo, ni principalmente, en conocer cuáles contenidos del currículo han aprendido” cuando un estudiante muestra un buen desempeño en las capacidades de analizar, razonar y comunicar demuestra que es competente, ya que se atreve a pensar con ideas matemáticas.

El programa PISA por medio de un conjunto de tareas evalúa las competencias matemáticas teniendo en cuenta tres dimensiones:

1. **Contenido matemático:** qué se debe utilizar para resolver el problema.
2. **Situación o contexto:** en que se localiza el problema.
3. **Competencia o procesos:** uso de las matemáticas para resolver la situación planteada.

Ejecutar las anteriores dimensiones es usar las herramientas disponibles y así manifestar sus competencias en diferentes procesos.

Es por esto que el proyecto PISA realizado por países miembros de la OCDE, enfatiza que la educación de los estudiantes de 15 años, debe centrarse en la adquisición de competencias generales, en evaluar su aprendizaje y el significado funcional de aquel aprendizaje.

### **Aprendizaje colaborativo**

Chávez, et. al (2017) comunican que los espacios de aprendizaje son una actividad comunicativa, cognitiva, y reflexiva, que se sitúa a lo largo de toda la historia del desarrollo humano. Este aprendizaje es posible mediante la interacción con la familia, la convivencia social, los aprendizajes escolares, y, en buena parte, los entornos escolares en donde se participan con más compañeros para la formación de pensamiento en comunidad.

Ésta entra en consonancia con la postura de Vigotsky, descrita por Sánchez (2004), en relación a que los primeros usos del lenguaje con los demás se dan gracias a un “lenguaje socializado” que devendrá prontamente en un instrumento de comunicación que se va desarrollando, en la misma vía, en que se va fundamentando una consciencia sobre sí mismo (intrapicológica) y sobre los demás (interpsicológica) mediante una zona de desarrollo potencial; de ahí que se pueda empezar a hablar de un desarrollo cognitivo, dado que se empieza a movilizar las habilidades para la expresión de ideas, pensamiento crítico, posibilidad de dudas, y elaboración de categorías y conceptos para el pensamiento.

En la descripción de Sánchez (2004), Vigotsky toma el lenguaje oral de una manera histórico cultural, en donde éste es un producto social, encontrándose su origen por fuera del pensamiento, dado que la subjetividad, al estar en interacción con este elemento externo de la sociedad, poco a poco irá interiorizándolo, deviniendo como un instrumento comunicativo que potenciará el desarrollo del pensamiento interno y de los procesos psíquicos superiores. Es

menester considerar que junto con la función cognoscitiva de la palabra y su función como instrumento de comunicación, se da asimismo en ella la función pragmática o reguladora; la palabra no solo es el instrumento del reflejo de la realidad, sino el medio de regulación de la conducta. (Luria, 1980, p.108.)

En consecuencia, el aprendizaje colaborativo se consolida como un método de aprendizaje activo que conduce a los estudiantes a la elaboración de nuevas ideas, al igual que la adquisición de nuevos conocimientos mediante una construcción colectiva que propicia la generación de competencias personales, interpersonales y sociales. En este sentido, los docentes deben de permitir a sus alumnos el hecho de trabajar con independencia, a su propio ritmo, pero con la intención de poder conformar grupos de trabajo colaborativos y eficientes. La intención principal es poder fundamentar una riqueza dentro de los aportes individuales y generar riquezas en las formas de interacciones que puedan estar basadas Enel cumplimientos de logros y/o objetivos (EIA, 2020). De ahí que se pueda considerar que los esfuerzos cooperativos puedan trabajar por un mutuo beneficio, ganando por los esfuerzos de cada uno y reconociendo que todos los miembros del grupo comparten un destino común.

### **Sistemas inteligentes**

Es todo sistema que tenga como figura de base el modelo de la Inteligencia Artificial, permitiendo que la elaboración de varios sistemas computacionales, permita el desarrollo en paralelo de los sistemas inteligentes; estos están definidos como la utilización de cálculos matemáticos para la toma de decisiones propias sin necesidad que haya una persona que medie por esa respuesta. En este sentido, se puede identificar que los algoritmos de aprendizaje de las máquinas han evolucionado, operando de una manera similar al comportamiento humano.

Estos algoritmos pueden ser o no supervisados, es decir, que no necesitan tener datos previos para su entrenamiento y desarrollo de la memoria, y supervisados, los cuales necesitan de un conjunto de datos para su entrenamiento, al igual que para otras pruebas (Obregón y Fragala, 2002; Sainz, et.al, 2021).

### ***Algoritmo de clasificación***

El algoritmo de clasificación se puede comprender como un conjunto de instrucciones definidas que permiten realizar una actividad mediante pasos sucesivos. Cabe señalar que existen dos tipos de algoritmos de clasificación como: clasificación no supervisada y clasificación supervisada (Girones, 2013; Colmenares, et.al, 2019). La primera hace referencia a un conjunto de objetos que se caracterizan por una métrica que define el concepto de similitud entre objetos, construyendo una regla general que permite clasificar todos los objetos. Para esta categoría existen dos tipos de clasificación: los algoritmos jerárquicos que se construyen unos a partir de otros, mediante dendogramas que pueden ser aglomerativos – es decir parte del supuesto de que cada nodo se van agrupando hasta conseguir un número de nodos aceptable- y también divisivos que parte de un nodo único y se subdivide en nuevos nodos. Por otro lado, se encuentran los algoritmos particionales, en el cual se obtienen nodos a partir de la optimización de una función adecuada para el propósito del estudio (Girones, 2013; Colmenares, et.al, 2019).

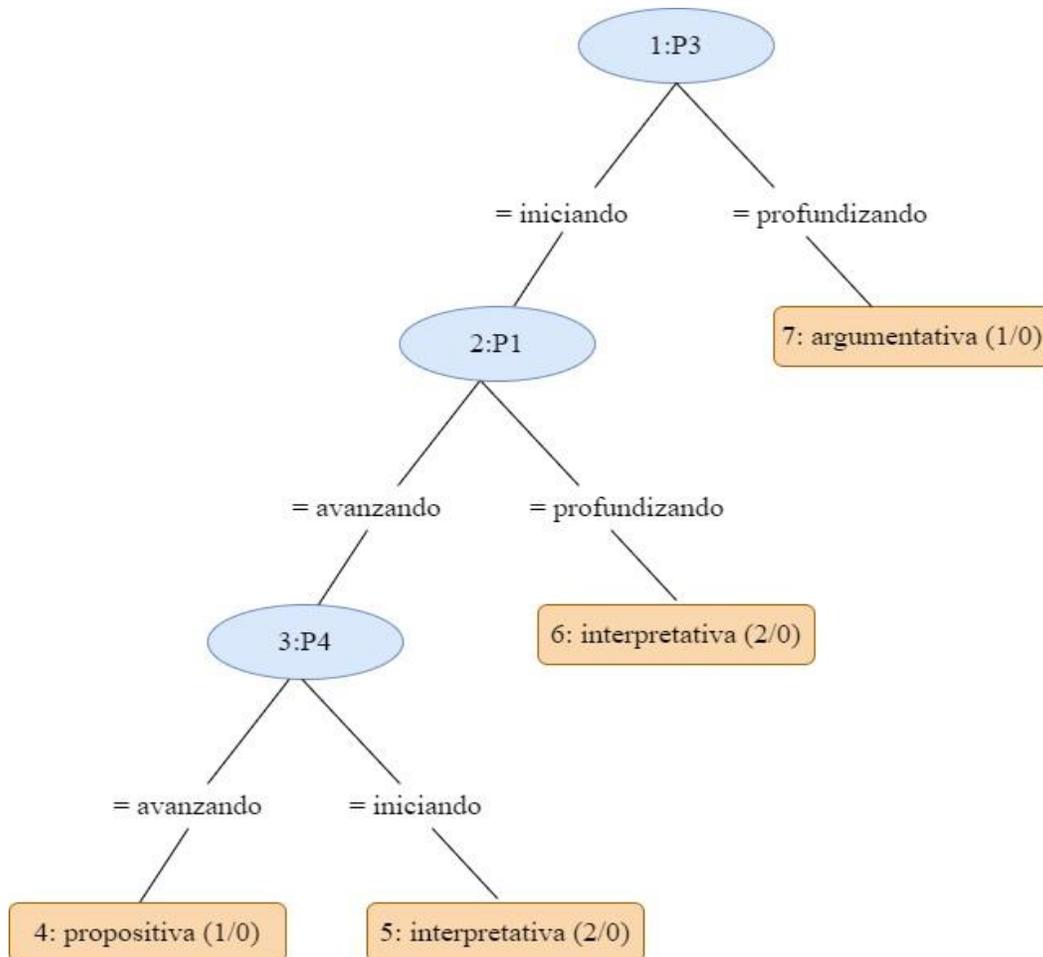
En cuanto a la clasificación supervisada, se encarga mediante un modelo valido para predecir casos futuros mediante el aprendizaje de casos conocidos o construir aprendizaje. Por esto, la capacidad de evaluar la bondad de los modelos de clasificación supervisada, plantea en el algoritmo, tareas de minimización del error, combinando el mismo modelo, algoritmos de clasificación y de optimización (Girones, 2013).

## Árboles de decisión.

Los árboles de decisión son modelos no paramétricos de aprendizaje, cuyo objetivo es predecir a que clase pertenece un caso del que se conoce uno o más atributos. El algoritmo que se utiliza para armar los árboles se denomina "partición binaria recursiva", pues en cada paso del entrenamiento del modelo se realiza sucesivas divisiones o particiones de un subconjunto de datos, mediante la aplicación de una decisión asociada a una de las variables, por ende, separando esos datos en dos subconjuntos, tal como se observa en la figura 6.

**Figura 6**

*Estructura del Árbol de decisión*



*Nota. Elaboración propia*

Siguiendo con este proceso en forma recursiva hasta un cierto punto previamente estipulado en el que el proceso de bifurcación se detiene, se obtendrá el clasificador por árbol de decisión. Cada nuevo dato, se obtendrá el valor de sus atributos, recorriendo las sucesivas ramificaciones del árbol, a partir de las reglas y decisiones generadas mediante el proceso descripto (Arana, 2021).

Aunque este tipo de algoritmos de árbol de decisión puede generar modelos predictivos tanto para variables cuantitativas (regresión) como de tipo cualitativas o categórica (clasificación).

Estos tipos de modelos de aprendizaje supervisado basados en árboles de decisión se encuentran entre los modelos más utilizados y de mejor performance en la actualidad, por lo que justifica que se desarrollen los procesos involucrados en su diseño metodológico, armado, entrenamiento y evaluación (Arana, 2021).

Por otra parte, en el contexto del aprendizaje automático y la minería de datos se habla específicamente del algoritmo random tree, el cual está relacionado con el Random Forest el cual es un algoritmo de aprendizaje supervisado que se utiliza tanto para tareas de clasificación como de regresión. Se basa en la construcción de múltiples árboles de decisión y la combinación de sus resultados para tomar una decisión final. Cada árbol en un Random Forest se construye utilizando una muestra aleatoria del conjunto de datos original y se implementa una técnica llamada "bagging" (muestreo con reemplazo). Además, durante la construcción de cada árbol, se considera solo un subconjunto aleatorio de las características. Esta combinación de muestras y características aleatorias ayuda a reducir el sobreajuste y aumentar la generalización del modelo (Serrano, et.al, 2022; Nacimiento, 2022).

Después de construir todos los árboles en el bosque, para una nueva instancia, cada árbol emite una predicción y la clase (en caso de clasificación) o el valor (en caso de regresión) que recibe la mayoría de votos o la media de las predicciones se considera la predicción final del bosque.

### **Redes.**

Las redes aplicadas al contexto educativo, se basan principalmente en el conocimiento que proliferan en las instituciones educativas y que se centra en tareas que permiten relaciones basadas en la empatía, confianza y compromiso que se pueden complejizar cuando se transversalizan con aspectos como la comunicación vertical y bidireccional, los liderazgos mutuamente influyentes, así como los sistemas de gestión centrado en los talentos (García, 2019). La formación de estas redes está dirigida hacia a la adquisición de una cultura flexible y un clima innovador para el emprendimiento del conocimiento.

### **Grafos.**

Los grafos se encuentran formados por nodos que representan objetos individuales y aristas, que representan relaciones entre los nodos. Estos elementos abren una serie de posibilidades para codificar diferentes aplicaciones, esto amplía los diferentes problemas desde su estructura (Irigoyen, 2023). Existe una variedad de grafos, tales como:

- **Grafo no dirigido:** Es un tipo de grafo en que las aristas no tiene dirección, lo que significa que dos nodos se encuentran conectados, permitiendo el movimiento o la relación en ambas direcciones entre ellos (Irigoyen, 2023).

- **Grafo dirigido:** Este tipo de grafo se caracteriza porque las aristas tienen una dirección que se inicia en un nodo conocido como “nodo de origen” y termina en el “nodo destino” (Irigoyen, 2023).
- **Grafo ponderado:** Estos grafos pueden ser ponderados o no ponderados, el primero se caracteriza porque cada arista tiene un valor determinado y en el grafo no ponderado, todas las aristas se consideran iguales (Irigoyen, 2023).

### ***Redes complejas***

Las redes complejas se comprenden como nodos interconectados que interactúan de alguna forma, principalmente en los sistemas complejos, que se caracterizan por ser flexibles y adaptables para su tamaño, a partir de sus características del medio y su capacidad de sobrevivencia. Este conocimiento se aplica en los procesos de aplicación y los campos sociales para estudiar la dinámica social y sus interacciones como nodos (Reyes, et.al, 2019).

Por esto mismo, las redes complejas se orientan hacia la transformación social brindando herramientas de comprensión de la relación de un sistema con sí mismo y con otros sistemas. La topología que se emplea en las redes complejas permite visualizar las relaciones que tienen los sistemas (nodo) que se están estudiando o benefician a un nodo para sobrevivir para transmitir la información con mayor efectividad (Aya, 2021).

### **Redes de mundo pequeño.**

Las redes de mundo pequeño se caracterizan por un diámetro reducido y alto coeficiente de agrupamiento. En estas redes, la longitud de camino entre los nodos es algorítmico o doblemente algorítmico y se parte de una red base añadiéndole nuevos enlaces distribuidos según la probabilidad. Asimismo, existe un conjunto de redes de mundo pequeño sin escalas en las que

el número de enlaces de los nodos sigue una distribución de probabilidad, de acuerdo a la ley de potencias (Sevilla, 2020).

Cabe señalar que este fenómeno se ha observado en una variedad de redes del mundo real, que van desde redes sociales hasta redes de colaboración científica, redes de transporte, redes de internet y más. Un ejemplo clásico es el experimento de Milgram en la década de 1960, donde se pidió a las personas que enviaran cartas a desconocidos en un intento de llegar a una persona objetivo. Los resultados mostraron que, en promedio, las cadenas de contacto eran sorprendentemente cortas.

Este fenómeno es relevante en muchos campos, desde la propagación de información y enfermedades hasta la eficiencia en la transmisión de datos. En resumen, las redes de mundo pequeño son un ejemplo fascinante de cómo los sistemas complejos pueden exhibir propiedades emergentes que no son evidentes a simple vista (Maldonado, 2021; Miller, 2019).

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Proponer una estrategia pedagógica basada en sistemas adaptativos complejos para el fortalecimiento y el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico matemático con estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar las habilidades básicas de razonamiento lógico de los estudiantes del colegio Colombo Inglés del Huila a partir de unos aspectos contextuales.

- Estructurar una estrategia basada en los sistemas adaptativos complejos para fortalecer las habilidades de razonamiento lógico utilizando el modelo de aprendizaje colaborativo.
- Evaluar el impacto del fortalecimiento de las habilidades de razonamiento lógico a través de un test.

## Metodología

### Tipo y enfoque de la investigación

El desarrollo de esta investigación se construye entorno a una estrategia de enseñanza interdisciplinar basada en sistemas adaptativos complejos para fortalecer el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático en los estudiantes de grado sexto del Colegio Colombo Inglés del Huila. Para esto, se utilizó una metodología con enfoque mixta que consiste en la recopilación de información cuantitativa y cualitativa que permitan la consecución de resultados mediante datos numéricos e información cualitativa para la interpretación de resultados (Hernández Sampieri, 2006).

Para esta investigación, se considera importante la caracterización de las habilidades de razonamiento lógico de los estudiantes de grado sexto del colegio a partir de problemáticas contextuales y actividades lúdicas en el desarrollo de unas guías en grupos base, que se caractericen por su heterogeneidad, con la finalidad de que los integrantes reflexionen a partir de vivencias y experiencias positivas, para así descubrir que se aprende más y mejor cuando se trabaja de manera colaborativa.

### Universo de estudio, población y muestra

La investigación se realizará en el municipio de Neiva, el cual cuenta con una población total de 488.927 habitantes, se encuentra ubicado en el centro de Colombia se caracteriza por una

economía muy dinámica basada en el ecoturismo, gastronomía, industria y comercio. En esta ciudad se encuentra la sede principal del Colegio Colombo Inglés del Huila, es una institución educativa bilingüe campestre de carácter privado, que tiene grados desde el nivel párvulos hasta el medio académico, que se caracteriza por la implementación del programa de inglés y de un amplio campus acondicionado para realizar las actividades académicas y extracurriculares. Además, cuenta con el aval de la Universidad de Cambridge para enseñar y realizar diferentes certificaciones.

Por lo cual, el universo de estudio es el colegio Colombo Inglés del Huila, es un colegio privado de clase media alta, de donde se extrae la población de 23 estudiantes de sexto C, de los cuales 13 son niños y 10 son niñas entre los 11 y 12 años, fueron escogidos porque de las 5 horas de clase semanales tienen dos bloques de dos horas, el horario era favorable por ser las clases en horas de la mañana teniendo en cuenta la situación climática de la ciudad y además presentan actitud propositiva frente a las actividades propuestas en clase. Se formaron 6 grupos base teniendo en cuenta los resultados arrojados de dos criterios analizados en una red de mundo pequeño en el programa Gephi, donde se caracterizó a todo el grupo fundamentado en una red.

### **Estrategias metodológicas**

Con el objetivo de fortalecer y desarrollar las habilidades de razonamiento lógico para la aplicabilidad de las matemáticas con los estudiantes de sexto grado del colegio Colombo Inglés del Huila, se realizó una estrategia pedagógica basada en sistemas adaptativos complejos. Para esto, se diseñó una estrategia denominada “Explorando, explorando, mi pensamiento voy profundizando”, la cual se estructura a partir de las tres habilidades del razonamiento lógico como:

1. Interpretación
2. Argumentación
3. Proposición

Para su aplicación, se realizará una caracterización de las habilidades de razonamiento lógico de los estudiantes de sexto grado del Colegio Colombo Ingles del Huila, a partir de problemáticas contextuales. Luego se realizará una evaluación de los resultados de la caracterización, a partir de la aplicación de una rúbrica y posteriormente, se implementará cinco guías de aprendizaje que serán trabajada en grupos conformados por cuatro estudiantes y que contienen temáticas como potenciación y radicación de los números naturales, la logaritmicación y polinomios aritméticos en los números naturales, los múltiplos, divisores, descomposición en factores primos, probabilidad, reconocimiento de las formas y simetría.

## **Técnicas e instrumentos de investigación**

### *Técnicas*

Para el proceso de consecución de los objetivos planteados, se aplicó el cuestionario de caracterización de las habilidades de razonamiento lógico de los estudiantes de grado sexto del Colegio Colombo Ingles del Huila, a partir de problemáticas contextuales, el cual consiste en el análisis de un estudio de caso y unas preguntas que guían al estudiante en el proceso (Anexo 3). Conjuntamente, después de este ejercicio de aplicación, se evaluará los resultados mediante la rúbrica de evaluación que aparece en el anexo 4, con el objetivo de medir el nivel de desempeño de los estudiantes en las habilidades de interpretar, argumentar y proponer mediante los diferentes niveles como: iniciado, avanzado y profundizando.

Después, se les solicitará a los estudiantes que desarrollen en diferentes espacios cinco guías. La primera guía trata el tema de la potenciación y radicación en los números naturales que contiene 4 actividades que combina diferentes situaciones problémicas (anexo 5), la segunda guía trabaja el tema de la logaritmación y polinomios aritméticos en los números naturales, en donde se hace énfasis en el trabajo colaborativo entre los estudiantes a través de la resolución de problemas que involucren el cálculo de logaritmos y la aplicación de relaciones y operaciones entre números naturales en diversos contextos (anexo 6). La tercera guía habla acerca de la temática de los múltiplos, divisores y descomposición en factores primos, en donde se realizan diferentes actividades lúdicas mediante el aprendizaje colaborativo para hacer más dinámico el aprendizaje de los números primos (anexo 7). La cuarta guía aborda el tema de sucesos aleatorios y probabilidad, en donde a partir del juego y situaciones cotidianas los estudiantes interioricen herramientas que le faciliten la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre (anexo 8). La quinta guía trata de sólidos y simetría, en donde por medio del material concreto los estudiantes fortalecen su habilidad para elaborar conjeturas acerca de las relaciones geométricas en una figura o entre varias y su habilidad para argumentar al tratar de validar las conjeturas que hace (anexo 9). Posteriormente se aplica un test de manera individual sobre razonamiento lógico matemático (anexo 10) con el fin de determinar el nivel de razonamiento de cada uno de los estudiantes, para la evaluación de este instrumento se utiliza una rúbrica teniendo en cuenta 5 habilidades: cálculos matemáticos, razonamiento inductivo, razonamiento deductivo, resolución de problemas y patrones y relaciones (anexo 11).

### ***Instrumentos***

El objetivo de la información recolectada es importante, ya que obtenemos datos confiables durante el desarrollo y evaluación del trabajo de investigación y de la propuesta como

estrategia para fortalecer las habilidades de razonamiento lógico matemático de los estudiantes objeto de estudio. Para recolectar la información, se utilizan herramientas que permitan obtener los datos necesarios y dar respuesta a los interrogantes de la investigación, a saber:

### **Cuestionario, guía de caracterización y test de habilidades de razonamiento lógico matemático.**

Se utiliza para el proceso de formación de grupos de trabajo, la elaboración y aplicación del cuestionario en hoja de papel caracteriza las interacciones entre los estudiantes y la guía de caracterización nos permite determinar en qué nivel de desempeño están los grupos base, la cual fue analizada mediante un árbol de decisión lo cual nos permitió la elaboración de las guías de trabajo, finalmente se aplica un test y se tabula la información para determinar el nivel de desempeño de cada estudiante en cuanto a los criterios que determinan el razonamiento lógico matemático.

### **Hojas de cálculo Microsoft Excel.**

Las hojas de cálculo permiten organizar listas de datos aplicando criterios para obtener resultados que serán importados a los sistemas expertos en minería de datos con el fin de analizarlos, tomar decisiones y generar conclusiones.

### **Sistema experto en minería de datos “Weka”.**

Es una plataforma de minería de datos que tiene una colección de herramientas de visualización y algoritmos para analizar datos y crear modelos predictivos, permite a partir de la aplicación de la guía de caracterización establecer relaciones entre las variables de entrada y la variable de salida con el fin de dar un diagnóstico y generar una estrategia didáctica para el fortalecimiento de habilidades lógicas matemáticas.

## **Software Open Source de análisis de redes y visualización de información “Gephi”.**

Es una herramienta de visualización de redes, que permite comprender las relaciones entre los estudiantes según dos criterios: de afinidad y trabajo académico colaborativo y así establecer las comunidades que permitan eficacia en el desarrollo de la estrategia.

### **Análisis y Discusión de Resultados**

El trabajo de investigación tiene como protagonista al grupo de 23 estudiantes de sexto, los cuales de acuerdo a su contexto vivieron experiencias en el aula que les permitió aprendizajes de donde se recolecta, analiza y discute información relevante para el estudio. A partir de una encuesta de dos preguntas, se pretende identificar las interacciones entre estudiantes con el fin de crear grupos de trabajo. Luego por grupos se realiza la caracterización que permite conocer el nivel de desempeño de la habilidad interpretativa, argumentativa y propositiva, tomando estas como base para el fortalecimiento del razonamiento lógico. Partiendo de los resultados de la caracterización se aplica una estrategia metodológica basada en los sistemas adaptativos complejos y el trabajo colaborativo y finalmente por medio de un test se evidencia la capacidad de razonamiento y aprendizaje que obtuvieron los estudiantes a lo largo del trabajo desarrollado.

### **Análisis de Resultados**

#### ***Caracterización Para Establecer Grupos Base.***

Como primera parte del trabajo se realizó una caracterización de las interacciones entre los estudiantes por medio de una encuesta abierta de dos preguntas:

1. ¿Con cuáles compañeros sienten más afinidad y tienes más comunicación?

2. ¿Con cuáles compañeros te gustaría realizar tus trabajos académicos, pues consideras que te pueden aportar ideas y ayudar en tus inquietudes?

Cada una de las preguntas arrojó una matriz cuadrada de 23x23, generando la base de datos con la que se alimentó el software Gephi versión 0.10.1 con el fin de establecer los grupos base para implementar una estrategia metodológica basada en el trabajo colaborativo y sistemas adaptativos complejos para fortalecer las habilidades de razonamiento.

En la figura 7 se muestra la información obtenida sobre la relación entre los estudiantes, según cada pregunta. Se organizó en una hoja de Excel, en donde en forma horizontal se ubican nombre y apellidos de los estudiantes, asignando la etiqueta E de estudiante con el número correspondiente al listado y de manera vertical se asignó la misma etiqueta, esta matriz se conforma por unos y ceros, dependiendo de las relaciones que existan o no entre ellos. Los estudiantes representaron los nodos y las relaciones según el criterio, representaron cada una de las aristas del grafo que se pretendía obtener mediante el sistema experto Gephi

Figura 7

Matriz obtenida para la primera pregunta P1: ¿Con cuáles compañeros sienten más afinidad y tienes más comunicación?

	ESTUDIANTE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23
E1	ANDRADE RODRIGUEZ JULIO CESAR	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
E2	CASALLAS MEDINA JERONIMO	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	CHINCHILLA RIOS CRISTIAN LEANDR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
E4	ECHVERRY TRUJILLO SANTIAGO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
E5	GRISALES ESCOBAR ISABELLA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E6	ORTIZ QUINTERO ALEJANDRA	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
E7	OTALORA PERALTA SAMUEL DAVID	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
E8	PATIÑO RODRIGUEZ MIGUEL ANGEL	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E9	PENAGOS CERQUERA SARA SOFIA	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
E10	PEÑA ORTIZ SANTIAGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E11	PERAFAN SAAVEDRA MARIO ANDRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
E12	PERDOMO PEREZ SARA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
E13	POLANIA CHAVARRO DANIEL FELIPE	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E14	RENDON CUELLAR MATIAS	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E15	REYES ROJAS SAMUEL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
E16	ROJAS ARTUNDUAGA ANA MARIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
E17	ROJAS CAYCEDO LAURA SOFIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E18	SANCHEZ NASAYO CELESTE	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
E19	SUAREZ CAMPOS SAMUEL	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
E20	TORRES VILLAMIZAR LUCIANA	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
E21	VARGAS SALAZAR SARA VIOLETA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
E22	ZAPATA SALAZAR ISABELLA	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
E23	ZOQUE CANO JERONIMO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

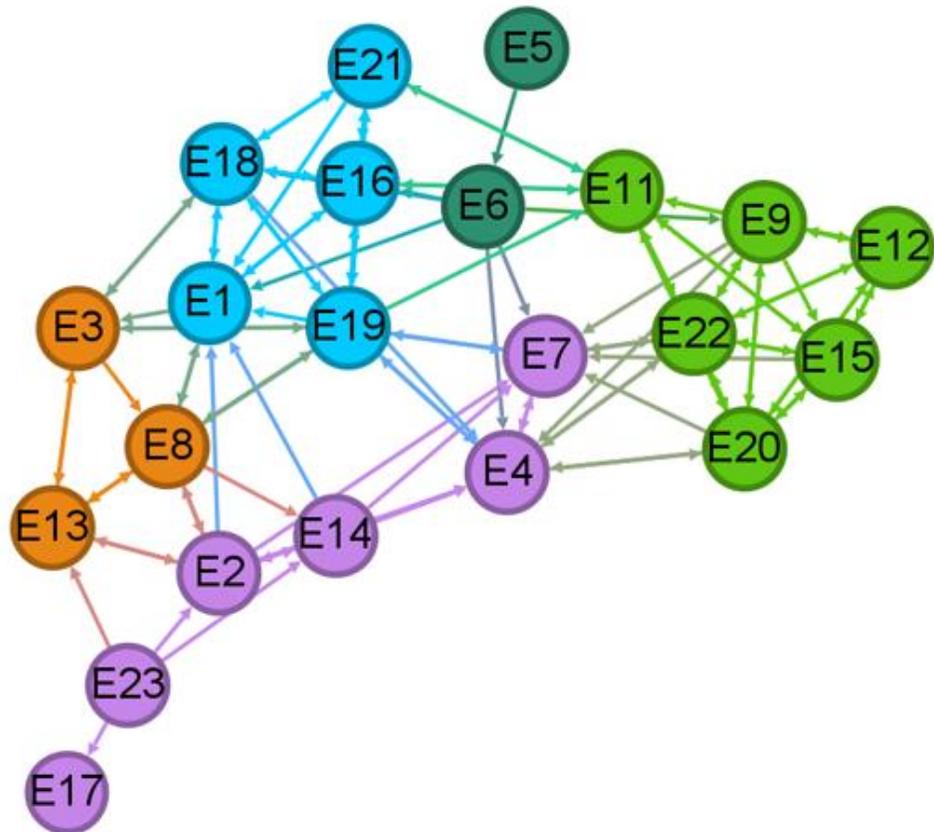
Fuente: Elaboración propia

A continuación, desde el software Gephi se importó la hoja de cálculo para fijar nodos y aristas, haciendo uso de las herramientas del programa se diseñó y ejecuta el grafo para posteriormente realizar el análisis. Es así que desde la vista general, se aplicaron los ajustes de apariencia como tamaño, color y etiquetas de nodos y aristas, desde ranking se especifica el grado de entrada y salida de los nodos, en filtros, se realiza partición de nodos y aristas, en distribución se muestra las formas en que se podía ordenar la red; en estadística se encuentra todos los datos de la visión general de la red, en la que se estableció el grado medio, el diámetro, entre otros y la detección de comunidades dinámicas.

**Figura 8**

*Grafo obtenido para la primera pregunta P1: Afinidad y comunicación*

E10



El grafo que es una estructura de red conformada por clústeres, nos brinda información importante de la interacción de los estudiantes sobre la pregunta P1, para así establecer los grupos de trabajo colaborativo. El grafo es dirigido con distribución aleatoria, tiene 23 nodos y 105 aristas, aplicando la distribución Force Atlas, el grafo es más compacto, legible, se puede determinar los nodos de mayor grado en forma central a partir de la atracción entre ellos.

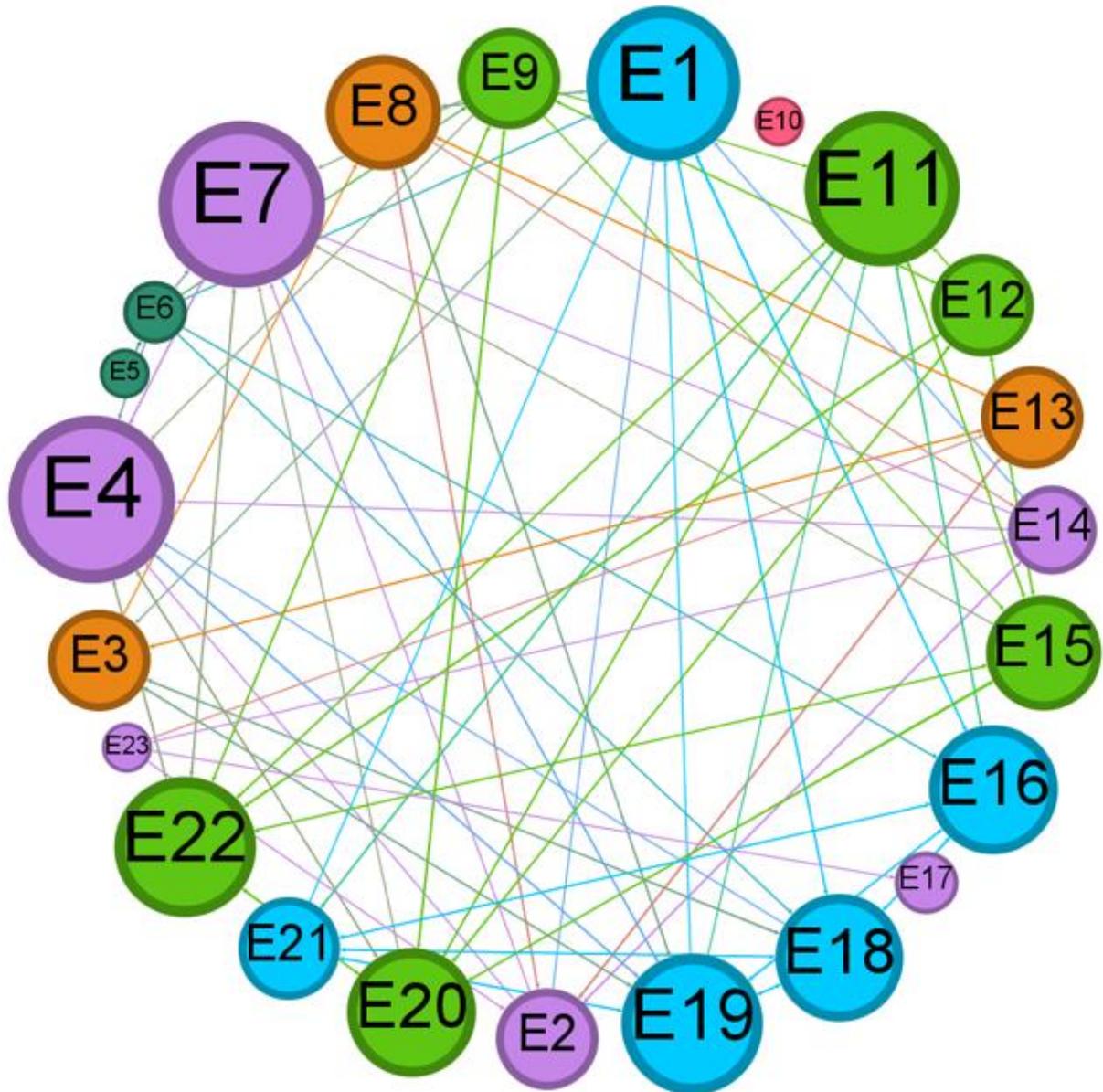
Con la distribución Nover Lap se visualiza los nodos sin superposición entre ellos y con la aplicación del algoritmo de modularidad se identifican 6 comunidades representadas por distintos colores.

La red obtenida tiene un grado medio de 4.565, es decir, cada nodo en promedio tiene 5 conexiones de entrada y salida, presenta un coeficiente medio de clustering bajo, cuyo valor es de 0,404, indicando que cada uno de los nodos no tiene fuerte relación con sus vecinos, pero en esencia a través de otro camino pueden llegar a él. Este grafo tiene un diámetro de 5, entendiéndose que lo máximo de separación entre los estudiantes, es de 5 pasos, por ende, es suficiente para hablar de redes de pequeño mundo. Se interpreta que la distancia entre dos nodos elegidos aleatoriamente en la red es corta. (Solares, P. 2017). El modelo de mundo pequeño se muestra a continuación:

**Figura 9**

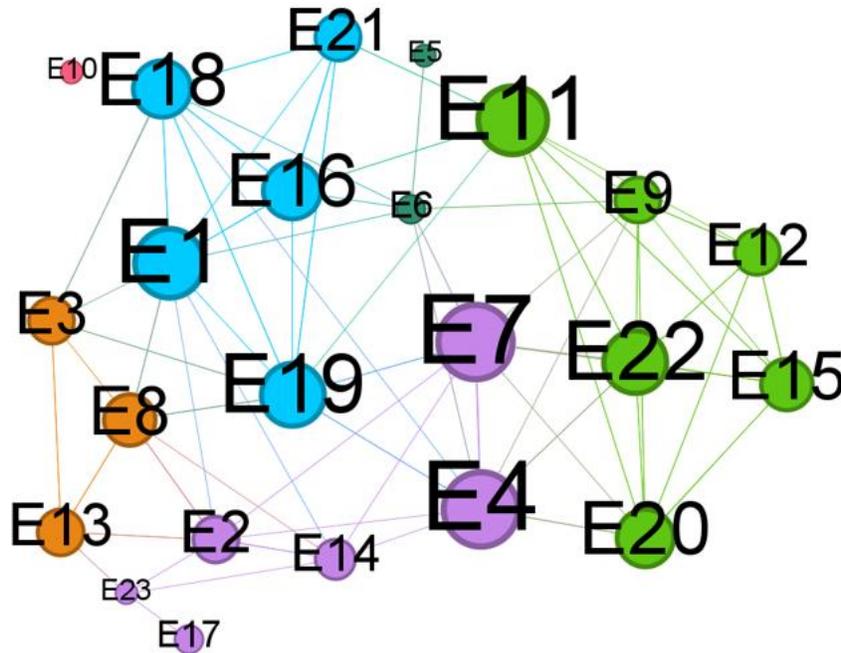
*Red de mundo pequeño para el grafo según la pregunta P1, aplicando la distribución circular*

*Layout*



**Figura 10**

*Grafo de entrada comunidades sexto C para la pregunta P1*



El grafo que representa el curso de estudio, hay algunos nodos de mayor grado, que significa que tiene más conexiones de entrada; es decir, estas conexiones corresponden a aquellos estudiantes que sienten afinidad y tienen buena comunicación con un nodo, por ejemplo, E1, E4, E7, E11, E22 son nodos que presentan mayor cantidad de conexiones, los cuatro primeros estudiantes se caracterizan por ser respetuosos, colaboradores y amables, la estudiante E22 se caracteriza por su personalidad extrovertida, activa y con poco liderazgo en acciones positivas. Sin embargo, existen nodos (estudiantes) que teniendo pocas conexiones sirven de puente para comunicarse con otras comunidades, permitiendo así el flujo de información entre las comunidades, es el caso de la estudiante E5 que presenta dificultad para relacionarse con sus compañeros debido a su timidez, sin embargo, ha logrado establecer afinidad con su compañera E6, que sirve de enlace para integrarla a una comunidad, también,

podemos observar una situación similar con la estudiante E17, que aunque no tiene afinidad por sus compañeros (grado de salida), E23 si siente afinidad por ella, permitiendo que tenga conexiones con otras comunidades, estos datos son fundamentales para la conformación de los grupos de trabajo; también encontramos un nodo (E10) que no tiene conexiones, es decir él no tiene afinidad ni buena comunicación con ninguno de sus compañeros y a la vez estos no presentan afinidad con él, este estudiante se caracteriza por tener una personalidad conflictiva. Este nodo es llamado comunidad isla.

**Figura 11**

*Matriz obtenida para la segunda pregunta P2: ¿Con cuáles compañeros te gustaría realizar tus trabajos académicos, pues consideras que te pueden aportar ideas y te pueden orientar en tus inquietudes?*

ESTUDIANTE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23
E1 ANDRADE RODRIGUEZ JULIO CESAR	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2 CASALLAS MEDINA JERONIMO	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3 CHINCHILLA RIOS CRISTIAN LEANDRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
E4 ECHEVERRY TRUJILLO SANTIAGO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E5 GRISALES ESCOBAR ISABELLA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E6 ORTIZ QUINTERO ALEJANDRA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7 OTALORA PERALTA SAMUEL DAVID	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E8 PATIÑO RODRIGUEZ MIGUEL ANGEL	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E9 PENAGOS CERQUERA SARA SOFIA	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
E10 PEÑA ORTIZ SANTIAGO	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E11 PERAFAN SAAVEDRA MARIO ANDRES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
E12 PERDOMO PEREZ SARA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
E13 POLANIA CHAVARRO DANIEL FELIPE	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E14 RENDON CUELLAR MATIAS	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E15 REYES ROJAS SAMUEL	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E16 ROJAS ARTUNDUAGA ANA MARIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
E17 ROJAS CAYCEDO LAURA SOFIA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E18 SANCHEZ NASAYO CELESTE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
E19 SUAREZ CAMPOS SAMUEL	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E20 TORRES VILLAMIZAR LUCIANA	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
E21 VARGAS SALAZAR SARA VIOLETA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
E22 ZAPATA SALAZAR ISABELLA	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E23 ZOQUE CANO JERONIMO	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

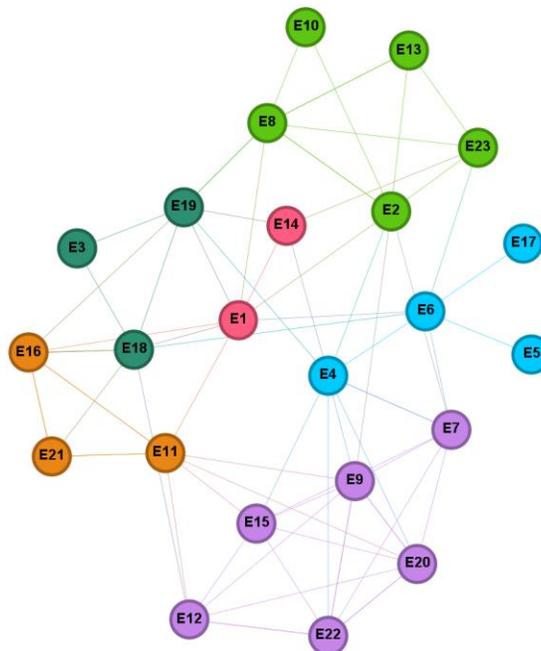
Fuente: Elaboración propia

Al igual que la pregunta anterior, en una hoja de Excel, se organizan los nombres y apellidos de los estudiantes en forma vertical y horizontal, para realizar la matriz que se compone

de unos y ceros, partiendo de la relación existente entre ellos. Los estudiantes representan los nodos y las aristas representan las relaciones según el criterio del grafo que se esperaba obtener mediante el sistema experto Gephi, se inicia el diseño y ejecución del grafo estableciendo nodos y aristas, para posteriormente realizar el análisis haciendo uso de las herramientas del programa.

## Figura 12

*Grafo obtenido para la segunda pregunta P2: Afinidad en trabajos académicos*

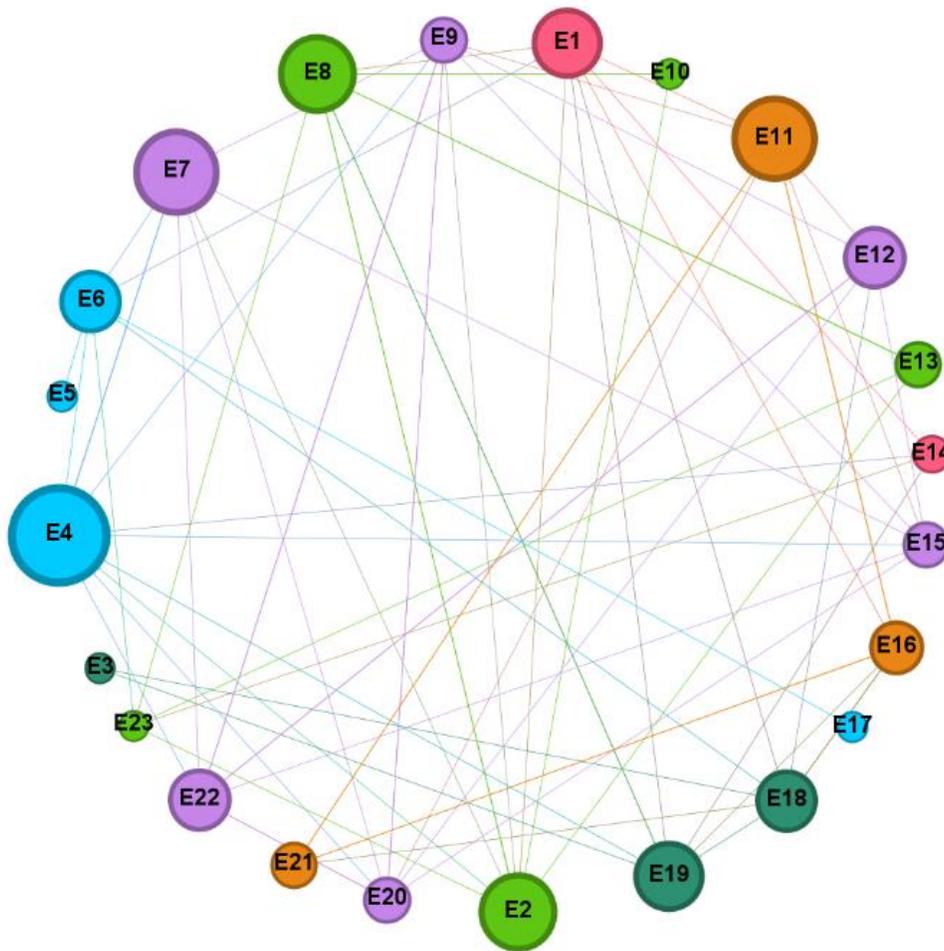


La red anterior tiene una distribución aleatoria dirigida, de 23 nodos y 75 aristas, de nuevo, se aplicó la distribución Force Atlas y Nover Lap, se aplicó el algoritmo de modularidad, identificándose 6 comunidades o “clusters”, la modularidad fue de 0.306, es decir, las comunidades encontradas tienen poca densidad, lo que indica que las conexiones internas entre comunidades sean mínimas.

La red obtenida tiene un grado medio de 3.261, es decir, cada nodo en promedio tiene 3 conexiones de entrada y salida, presenta un diámetro de 7, que indica que lo máximo de separación entre los estudiantes, es de 7 pasos, presenta un coeficiente de clustering de 0,335. El modelo de mundo pequeño se muestra a continuación:

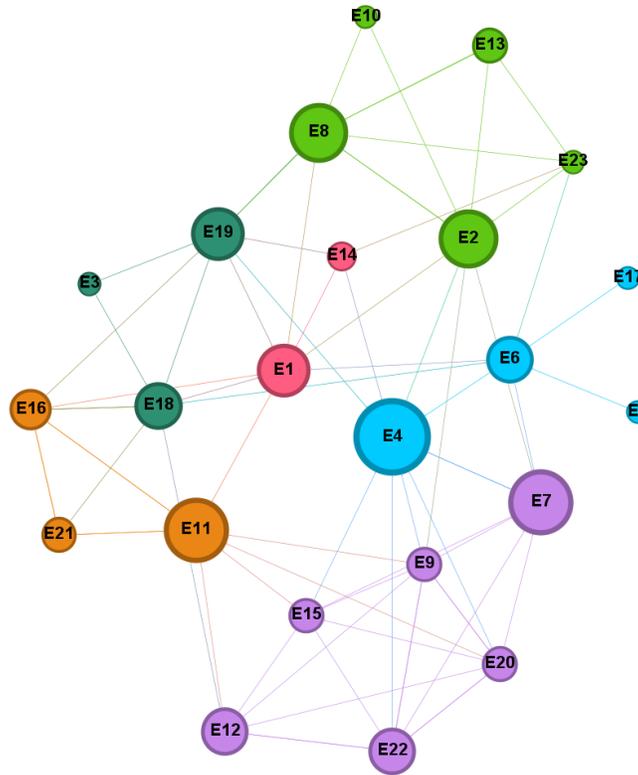
**Figura 13**

*Red de mundo para el grafo según la pregunta P2, aplicando la distribución circular Layout.*



**Figura 14**

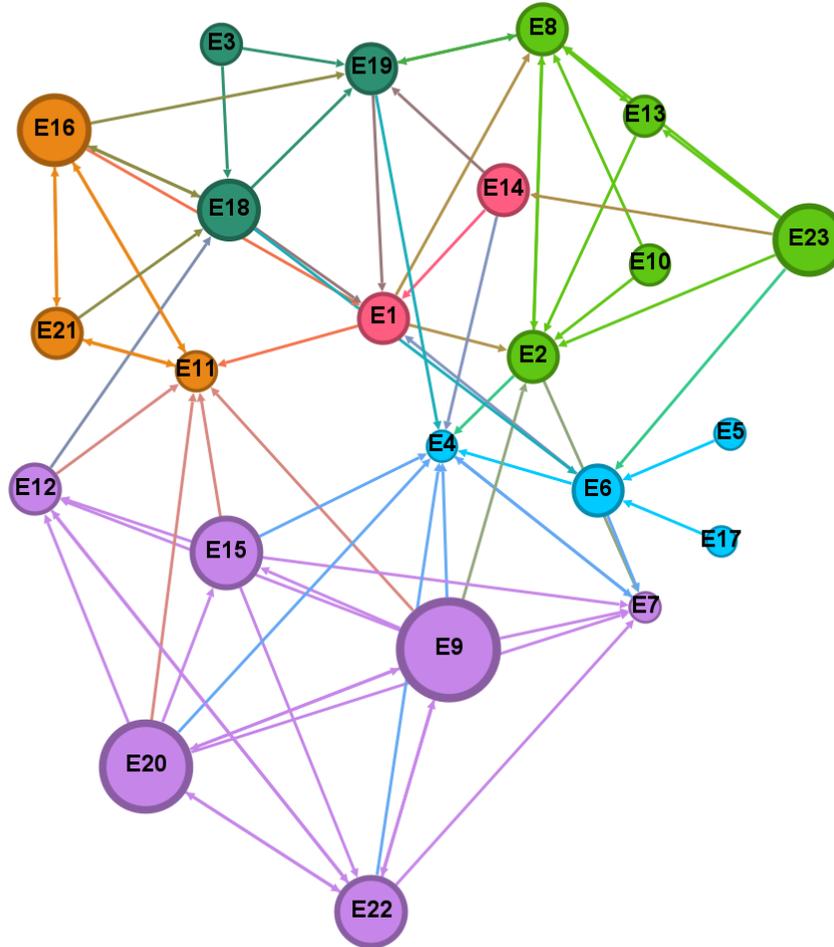
*Grafo de entrada para comunidades de sexto C para la pregunta P2*



En el anterior grafo se muestra algunos nodos de mayor tamaño, lo que significa que tienen más conexiones de entrada; es decir, estas conexiones corresponden a aquellos estudiantes que han sido seleccionados por sus compañeros porque sienten que podría apoyar su proceso académico al momento de trabajar en equipo, por ejemplo, E4 es el estudiante que presenta mayor número de conexiones, en total 9, esto indica que al momento de trabajar en grupo se desempeña como líder al orientar el trabajo y realizando buenos aportes, también es el caso de los estudiantes E1, E2, E7, E11 y E19 que reflejan liderazgo, compromiso y disciplina al momento de ejecutar actividades académicas.

Figura 15

Grafo de salida para comunidades de sexto C para la pregunta P2



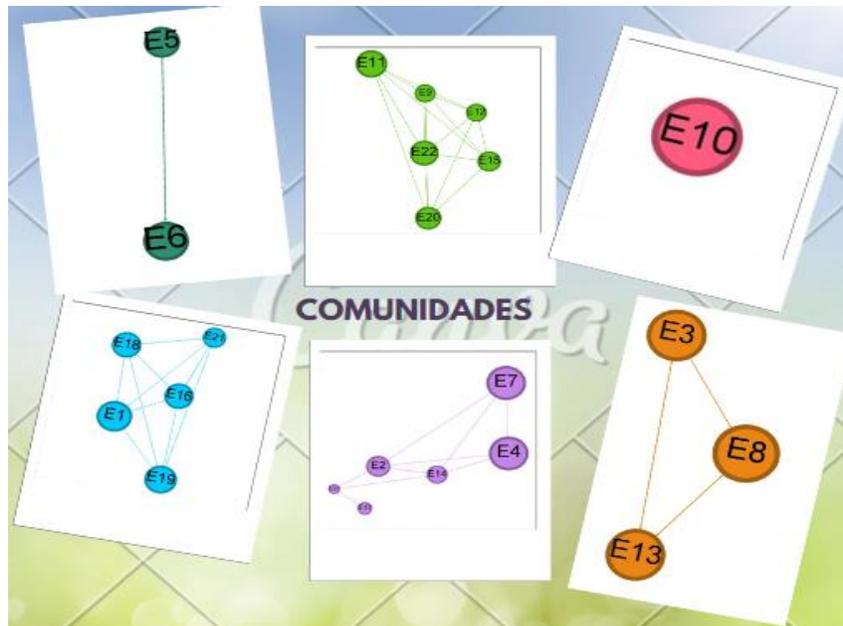
En este grafo se puede evidenciar que el estudiante E4 presenta un grado de salida, lo que indica que aunque sus compañeros lo prefieran para realizar trabajos, él en cambio no le gusta trabajar con tantas personas, ya que escogió solo a un compañero con el cual desearía trabajar E7 y de forma recíproca E7 lo escogió, estos estudiantes se destacan por su espíritu competitivo e individualista; en cambio el estudiante E19 que tuvo un alto número de entradas, también, presenta un alto número de salida, ya que se caracteriza por su empatía con las necesidades académicas de sus compañeros.

Las estudiantes E5 y E17 se caracterizan por ser tímidas, solitarias y con dificultades académicas, ellas presentan un grado de salida en común que es la estudiante E6, pues consideran que es la única que las aceptaría para trabajos académicos en grupo. Por otro lado, tenemos a la estudiante E9, que en comparación a sus compañeros presenta mayor grado de salida, aunque no presenta dificultades académicas, siempre quiere trabajar con los que considera sus amigos.

El instrumento denominado “caracterización para establecer grupos base” consistió en aplicar a los estudiantes una encuesta abierta de 2 preguntas que nos permitieron obtener información fundamental para la formación de los grupos base. Los resultados obtenidos de estas preguntas se analizaron mediante el programa Gephi, del cual emergen las características para tener en cuenta en la formación de los grupos, este programa por medio de redes permitió observar las conexiones de afinidad y de trabajo académico entre los estudiantes.

### Figura 16

*Collage de Grafo de afinidad y comunicación P1 (grado de entrada por comunidades)*



Si comparamos la cantidad de nodos de las comunidades por separado con la cantidad de aristas de cada comunidad, al final tenemos que la suma de los nodos es 23, que es igual a la cantidad de nodos de toda la red, pero, la suma de las aristas por comunidad es menor a la cantidad de aristas de toda la red, como se muestra en la tabla 2.

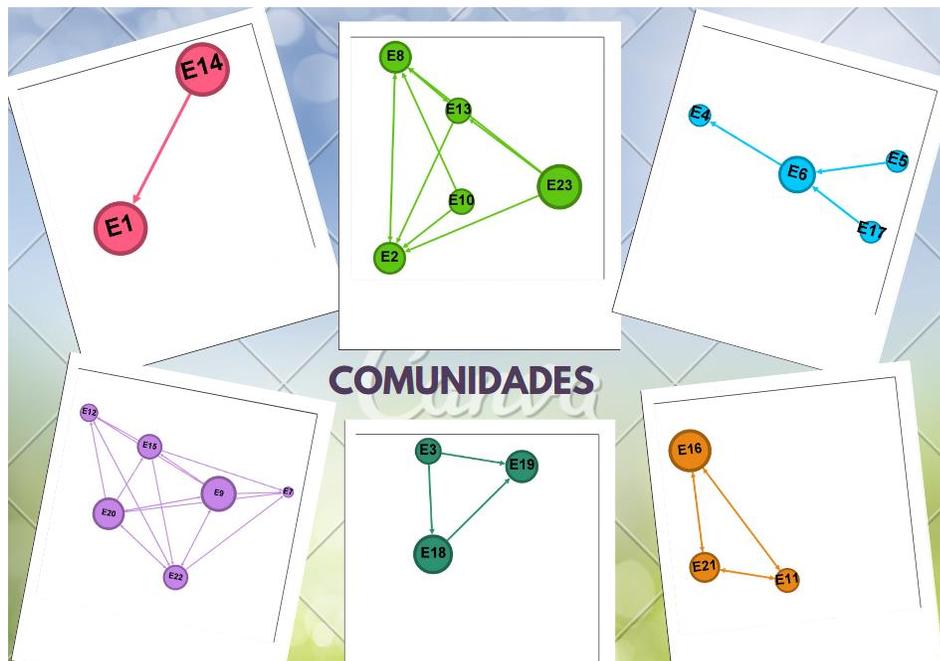
**Tabla 2**

*Nodos y aristas por comunidades P1*

Comunidades	# Nodos	# Aristas
0	2	1
1	1	0
2	3	5
3	6	11
4	5	18
5	6	27
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>62</b>

**Figura 17**

*Collage de Grafo de trabajo P2 (grado de salida por comunidades)*



En la anterior figura se muestra que la cantidad de nodos por comunidades y de toda la red es igual a 23, por el contrario, la suma de las aristas por comunidad es menor a la cantidad de aristas de toda la red, como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Nodos y aristas por comunidades P2*

<b>Comunidades</b>	<b># Nodos</b>	<b># Aristas</b>
<b>0</b>	2	1
<b>1</b>	5	10
<b>2</b>	4	3
<b>3</b>	6	18
<b>4</b>	3	3
<b>5</b>	3	6
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>41</b>

A partir de la tabla 2 y la tabla 3, podemos observar que la suma de las aristas por comunidad es 62 y 41 respectivamente, cantidad menor al total de las aristas del grafo que es 105 y 75 respectivamente, la razón por la que es menor es que no se tienen en cuenta las conexiones entre comunidades.

Basado en la teoría general de los sistemas de Von Bertalanffy (1976), podemos determinar en principio que cada sistema existe dentro de un sistema más grande, por consiguiente, cada sistema (comunidades) es abierto porque recibe y proporciona información a los sistemas vecinos, a partir de lo anterior, podemos mirar el producto del grafo de comunidades como partes de una totalidad sistémica integrada y recíproca. Esta partición indica que el “todo es más que la suma de sus partes”

Las redes obtenidas en las dos preguntas permitieron el análisis de grado de entrada y salida de cada uno de los grafos, así, como los subgrafos que emergen de los mismos, resalta

aquellos estudiantes líderes y también la formación de comunidades, las cuales permitió ver afinidad en comunicación como en trabajos académicos, criterios fundamentales en la conformación de equipos colaborativos. Se conformaron 6 grupos base, con 4 estudiantes cada uno, cada grupo contó con un líder correspondiente a los estudiantes con mayor grado de entrada en afinidad en trabajos académicos, otro integrante corresponde a los que tuvieron mayor grado de entrada en afinidad y comunicación los cuales sirvieron de intermediarios para los otros dos integrantes que tuvieron menor grado de entrada en afinidad y trabajos académicos.

## **Minería de datos**

### *Algoritmo de clasificación para la toma de decisiones.*

Para determinar el nivel de desempeño de las habilidades interpretativa, argumentativa y propositiva de los diferentes grupos base, se elaboró un modelo predictivo usando árboles de decisión. En donde se relacionan las variables de entrada que corresponden a las 4 preguntas de la guía de caracterización con sus respectivas etiquetas (iniciando, avanzando y profundizando) y las variables de salida correspondientes a las habilidades, con el fin de determinar cuál es la habilidad que hay que reforzar en los estudiantes.

Se utilizó el software WEKA que es una herramienta experta en minería de datos. Para ejecutar el programa se utilizó como base de datos en Excel, la tabla: *matriz de caracterización, que muestra los resultados de la guía de caracterización en donde a partir de cuatro preguntas se evalúa el nivel de desempeño de las habilidades interpretativa, argumentativa y propositiva de cada uno de los grupos base, donde 5 grupos estaban conformados por 4 estudiantes y un grupo por 3 estudiantes, con un total de 23 estudiantes que conforman la población de estudio.*

Posteriormente se corrió la base de datos y se aplicó el clasificador UseTrainng Set, ya que entrena usando todo el conjunto de datos, teniendo en cuenta que la base de datos es pequeña, luego se corrió el algoritmo RandomTree y no el algoritmo de entrenamiento J48, ya que nos arrojaba un nivel de confiabilidad de 66%, mientras que el RandomTree nos arrojó un nivel de confiabilidad del 100%, esto indica que logra clasificar correctamente todas las instancias de la base de datos. Se visualizó el código de programación del software, la descripción estadística que muestra el algoritmo y el árbol de decisión.

**Figura 18**

*Código de programación del sistema experto de minería de datos*

```

==== Run information ====
Scheme:   weka.classifiers.trees.RandomTree -K 0 -M 1.0 -V 0.001 -S 1
Relation: MATRIZ DE CARACTERIZACION 1
Instances: 6
Attributes: 5
          P1
          P2
          P3
          P4
          HABILIDAD
Test mode: evaluate on training data
==== Classifier model (full training set) ====
RandomTree
=====
P3 = iniciando
| P1 = avanzado
| | P4 = avanzando : propositiva (1/0)
| | P4 = iniciando : interpretativa (2/0)
| P1 = profundizando : interpretativa (2/0)
P3 = profundizando : argumentativa (1/0)
Size of the tree : 7
Time taken to build model: 0 seconds
==== Evaluation on training set ====
Time taken to test model on training data: 0 seconds
==== Summary ====
Correctly Classified Instances      6      100 %
Incorrectly Classified Instances    0       0 %
Kappa statistic                     1
Mean absolute error                  0
Root mean squared error              0
Relative absolute error              0 %
Root relative squared error          0 %
Total Number of Instances           6
==== Detailed Accuracy By Class ====
          TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC   ROC Area  PRC Area
Class
          1,000  0,000  1,000    1,000  1,000    1,000  1,000  1,000  propositiva
          1,000  0,000  1,000    1,000  1,000    1,000  1,000  1,000
interpretativa
          1,000  0,000  1,000    1,000  1,000    1,000  1,000  1,000
argumentativa
Weighted Avg.  1,000  0,000  1,000    1,000  1,000    1,000  1,000  1,000
==== Confusion Matrix ====
a b c ← classified as
1 0 0 | a = propositiva
0 4 0 | b = interpretativa
0 0 1 | c = argumentativa

```

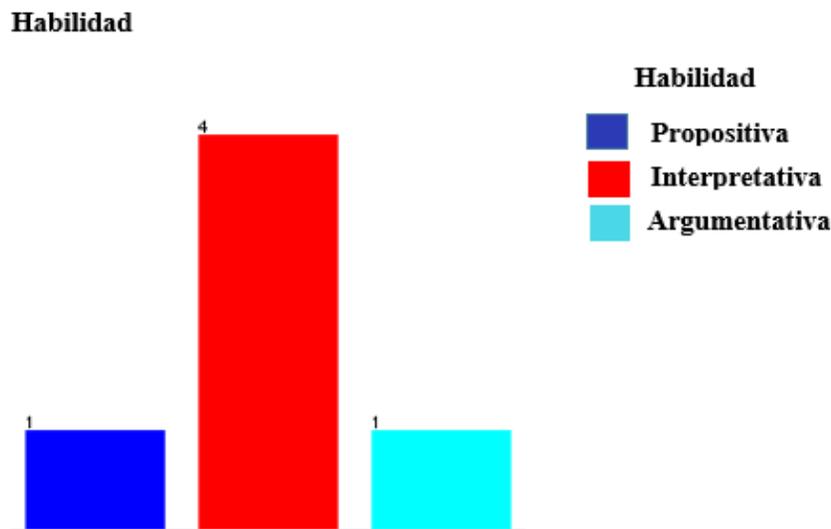
*Fuente: Sistema experto WEKA, algoritmo RandomTree*

### *Descripción Estadística del Algoritmo.*

Utilizando el software WEKA, experto en minería de datos, se reflejó la representación estadística de los niveles de desempeño de cada uno de las habilidades, ubicando el número de grupos que obtuvieron los diferentes niveles correspondientes a la habilidad.

### **Figura 19**

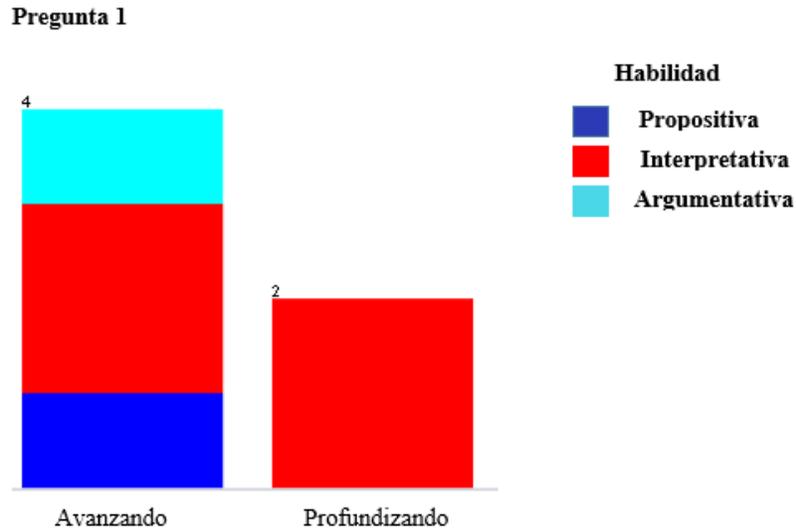
*Resultado de la prueba de caracterización de habilidades*



La guía de caracterización arroja que cuatro grupos están en la habilidad de interpretar, un grupo en la habilidad de argumentar y un grupo en la habilidad de proponer, es decir que 4 grupos base que equivalen aproximadamente al 69.6 % de los estudiantes, sólo logran interpretar la situación expuesta en el texto.

**Figura 20**

*Resultado de la pregunta 1 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad interpretativa de texto*

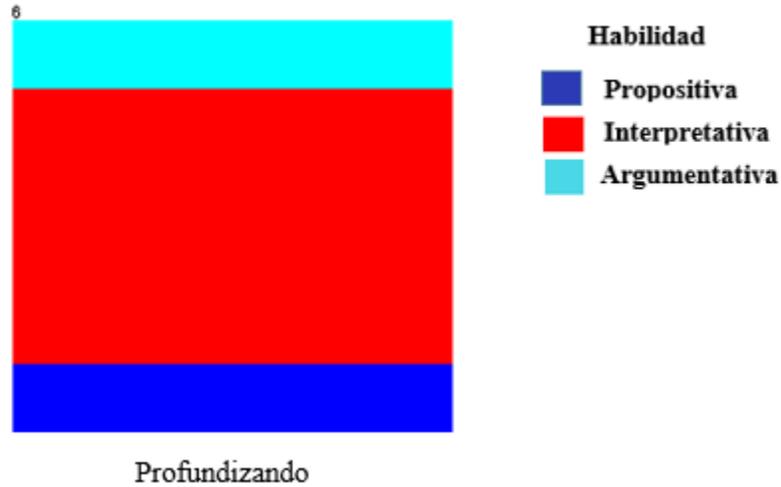


De los 6 grupos base, 4 grupos que en la habilidad interpretativa se encuentran en un nivel avanzado y dos grupos se encuentran en un nivel profundizando.

**Figura 21**

*Resultado de la pregunta 2 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad interpretativa gráfica*

**Pregunta 2**

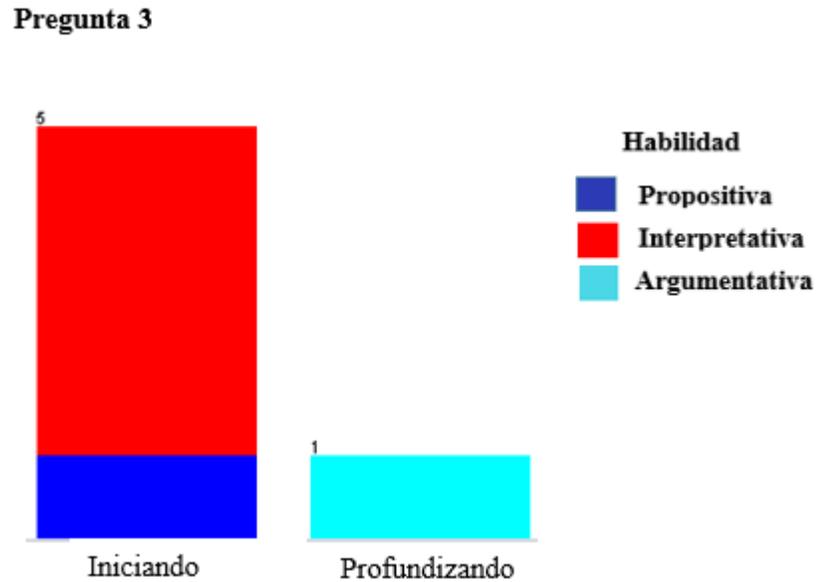


Los 6 grupos base se encuentran en el nivel profundizando de la habilidad interpretativa.

En el desarrollo de esta pregunta se pudo observar que los grupos lograron una buena interpretación de la gráfica de barras, al extraer correctamente la información requerida.

**Figura 22**

*Resultado de la pregunta 3 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad argumentativa*



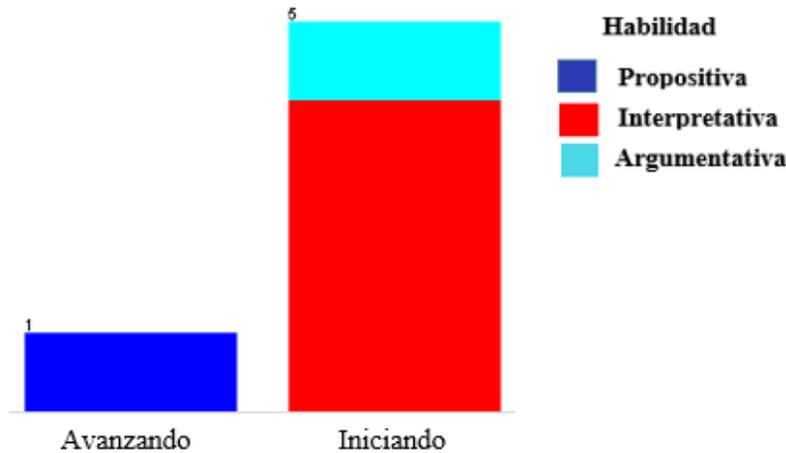
De los 6 grupos base, 5 grupos se encuentran en un nivel iniciando de la habilidad argumentativa y un grupo se encuentra en un nivel profundizando.

Se pudo observar que los grupos presentaron dificultad al describir con argumentos sólidos los procedimientos a seguir para la solución de una situación problema en donde se debía hacer uso del razonamiento matemático.

**Figura 23**

*Resultado de la pregunta 4 para determinar el nivel de desempeño en la habilidad propositiva*

**Pregunta 4**



De los 6 grupos base, 5 grupos se encuentran en un nivel iniciando de la habilidad propositiva y un grupo se encuentra en un nivel avanzado. En cuanto a la pregunta 4 se evidencia que en los grupos hay dificultad para tomar decisiones y consolidarlas, pues no plantean alternativas viables que resuelvan la problemática descrita en la lectura.

La matriz de confusión es una herramienta que se utiliza para evaluar el rendimiento del modelo, sin embargo, dado que el algoritmo de clasificación RandomTree nos arroja una confiabilidad del 100%, donde es evidente que la matriz de confusión muestra que todas las instancias fueron correctamente clasificadas como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Matriz de confusión*

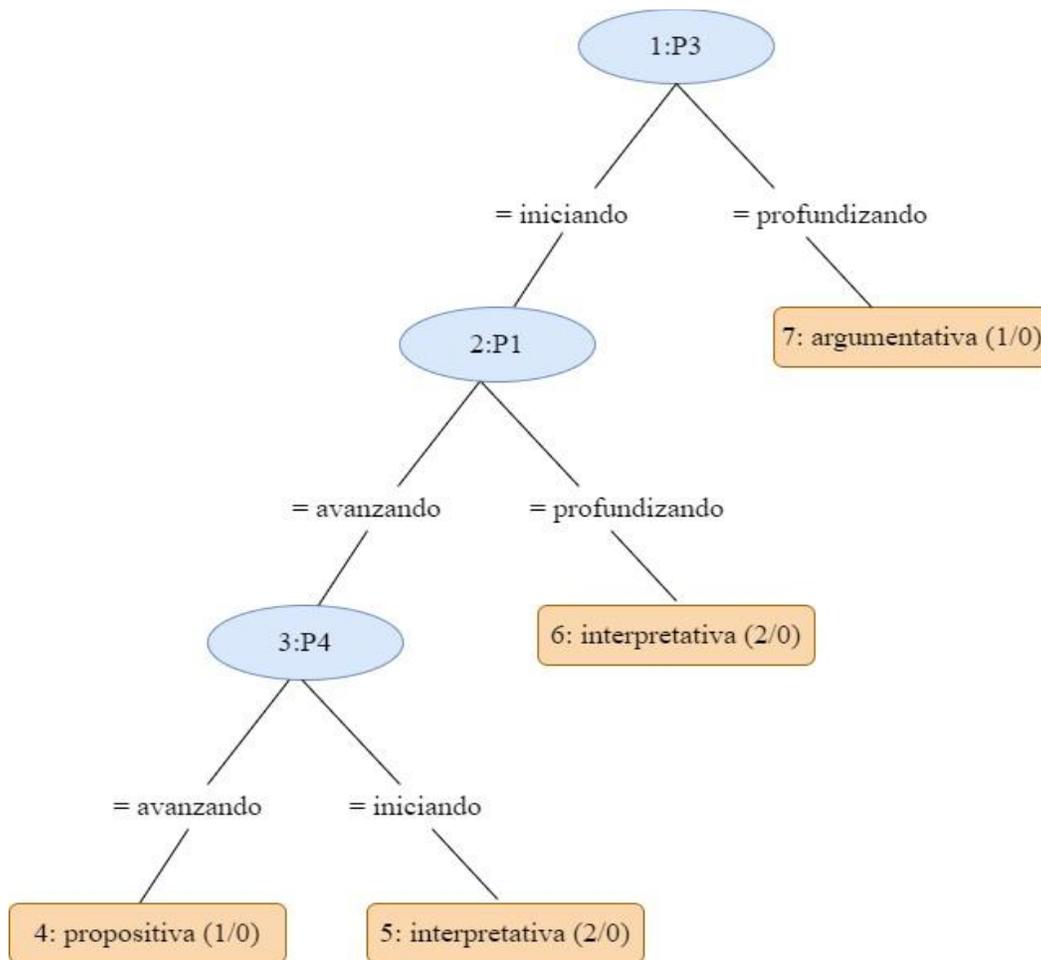
a	b	c	Classified 0.5
1	0	0	a = propositiva
0	4	0	b = interpretativa
0	0	1	c = argumentativa

*Caracterización usando WEKA: Árbol de decisión.*

Ya definido el algoritmo RandomTree, se visualiza el árbol, que muestra las relaciones de los niveles de desempeño asociados a una habilidad.

**Figura 24**

*Árbol de clasificación de habilidades básicas*



El nodo principal corresponde a la pregunta 3 que evalúa la habilidad argumentativa, si un grupo base se encuentra en nivel profundizado el árbol lo clasifica que posee la habilidad argumentativa, de lo contrario si se encuentra en el nivel iniciando, se debe tener en cuenta la pregunta 1 que corresponde a la habilidad interpretativa, en donde si alcanza el nivel

profundizando, es porque el grupo logra interpretar; pero si está en nivel avanzado, se debe evaluar la pregunta 4 que corresponde a la habilidad propositiva. Si en esta pregunta un grupo se ubica en nivel iniciando entonces se dice que posee la habilidad interpretativa, pero si está en nivel avanzado indica que tiene la capacidad de proponer; también podemos observar que la pregunta 2, no aparece en el árbol, pues no tiene incidencia en la toma de decisiones.

El árbol de decisión nos indica que debemos fortalecer la habilidad argumentativa, lo que implica que la estrategia a implementar debe tener contextos que permitan a los estudiantes exponerse a situaciones que los lleve a justificar sus puntos de vista con argumentos adecuados, tener una opinión propia, discutir diferentes puntos de vista y respetar los argumentos contrarios.

## **Análisis de la implementación de la estrategia**

### ***Análisis descriptivo***

La propuesta consistió en la implementación de cinco guías de actividades contextuales, las cuales desarrollaron en equipos, lo que les permitió compartir experiencias y conocimientos, con el propósito de potenciar habilidades básicas y de razonamiento lógico matemático, a partir de retos, resolución de problemas, juegos, manejo de material concreto, exposiciones y expresiones artísticas.

Para este fin, se inició con la guía 1 (anexo 5), en donde a partir de la potenciación y radicación representaron situaciones matemáticas con números naturales, llevando a los estudiantes a cuestionarse individualmente y recíprocamente. A partir de la escucha enfocada discuten las ideas, llegan a acuerdos, extrapolan lo aprendido a contextos cotidianos usando la creatividad, lo anterior con el propósito de potenciar las habilidades interpretativa, argumentativa y propositiva.

Por medio de la reflexión de una lectura sobre una problemática ambiental, los estudiantes desde diferentes perspectivas a la pregunta problematizadora y usando la estrategia didáctica los seis sombreros de Bono, exponen en mesa redonda las respuestas divergentes y aplican en la guía 2 (anexo 6) un conjunto de acciones que potencializan sus habilidades cognitivas resolviendo problemas que involucren el cálculo de logaritmos y la aplicación de relaciones y operaciones entre números naturales en diversos contextos.

La guía 3 (anexo 7) facilitó a partir del juego y la manipulación de material concreto, que los estudiantes afianzarán los conceptos sobre teoría de números, crearan un ambiente armonioso de aprendizaje, donde apropiaron temas, desarrollaron aptitudes, relaciones, forjaron vínculos con sus compañeros y de esta manera fortalecieron habilidades sociales y emocionales como compartir, negociar y resolver conflictos, contribuyendo así a la autoconfianza.

En la guía 4 (anexo 8) el tema protagonista fue la descripción de situaciones problema en donde está inmersa la noción de aleatoriedad y probabilidad. Por medio de la lúdica y materiales manipulativos se les proporcionaron herramientas que les facilitó la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre.

Por último, la aplicación de la guía 5 (anexo 9) permitió desarrollar en los estudiantes su percepción del espacio, su capacidad de visualización y abstracción, su habilidad para elaborar conjeturas acerca de las relaciones geométricas en una figura o entre varias y su habilidad para argumentar al tratar de validar las conjeturas que hace.

Las actividades planteadas en las guías fueron desarrolladas en equipos de trabajo, los grupos base contaron con el tiempo suficiente y los materiales para la realización de cada una de las actividades, la finalidad de cada una de las guías fue llevar a los estudiantes a vivir experiencias que le permitieran evocar sus conocimientos, expresarlos, interiorizarlos y así

generar aprendizajes significativos que les permitieran fortalecer habilidades básicas, fundamentales en el desarrollo de razonamiento lógico matemático. Según lo observado en el desarrollo de todo el proceso de aplicación de la propuesta, “Sistemas adaptativos complejos para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático”, se evidenció que:

En las primeras actividades donde se debía plantear alternativas para la resolución de problemas, los estudiantes necesitaron instrucciones precisas y explícitas para desarrollar de forma exitosa las actividades, luego mostraron un mejoramiento en la comprensión de las situaciones problemas, ya que tuvieron la capacidad de interpretarlo al construir graficas o dibujos, evidenciándose que fue esencial el conocimiento particular, el análisis y los aportes precisos sobre el tema tratado.

En las actividades que incluían expresiones verbales, los estudiantes inicialmente mostraron timidez al expresar sus ideas en público por temor a ser criticados por sus pares, sin embargo, a medida que desarrollaban actividades del mismo tipo, fueron perdiendo la timidez y comprendieron la importancia de expresar sus ideas y conocimientos ante una situación, un ejemplo de lo anterior fue el desarrollo de la rutina de pensamiento (veo, pienso y concluyo) que permitió que los estudiantes adquirieran por medio de la observación nueva información, luego la interpretaran y sintetizan para expresar a sus pares su pensamiento.

También, en aquellas actividades donde el estudiante manipuló objetos para la construcción de conocimiento despertó en ellos curiosidad, entusiasmo, creatividad y realizaron trabajo en equipo enfocados en un objetivo, se evidenció la habilidad artística resaltando en sus creaciones colores y formas simétricas. En cuanto a las actividades lúdicas se evidenció que los estudiantes fueron autónomos, siguieron instrucciones permitiendo una interacción adecuada con sus pares, logrando así el desarrollo del pensamiento, atención y concentración.

***Resultados y análisis obtenidos con la aplicación de la estrategia***

Durante el desarrollo de las actividades planteadas en las guías cuyo enfoque se basa en la propuesta: “Sistemas adaptativos complejos para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico matemático” inicialmente se utilizó la técnica de observación directa y constante, que permitió identificar el avance en el desarrollo de habilidades básicas, las cuales contribuyen al fortalecimiento del razonamiento lógico matemático, la estrategia se evaluó por medio de un test que midió la capacidad de razonamiento lógico matemático de cada uno de los estudiantes al dar soluciones coherentes a partir de deducciones inductivas, entendiendo conceptos y estableciendo relaciones basadas en la lógica de forma esquemática y técnica. Dicho test consta de 14 preguntas de selección múltiple con única respuesta, clasificadas en 5 habilidades: cálculos matemáticos (C.M), razonamiento deductivo (R.D), razonamiento inductivo (R.I), resolución de problemas (R.P) y patrones – relaciones (P.R) como se muestra a continuación:

**Tabla 5**

*Clasificación de las preguntas por habilidades*

<b>Habilidad</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Total</b>
Cálculos matemáticos	4 - 14	2
Razonamiento inductivo	3 – 7 – 11	3
Razonamiento deductivo	2 – 5	2
Resolución de problemas	6 – 8 – 12	3
Patrones y relaciones	1 – 9 – 10 – 13	4

Cada una de las habilidades mencionadas anteriormente se evaluaron según tres niveles de desempeño: bajo, medio y alto, según rubrica (anexo 11), se determina que entre 1 y 5 aciertos el razonamiento es bajo; entre 6 y 10 aciertos el razonamiento es medio y entre 11 y 14 aciertos el razonamiento es alto.

Realizada la valoración del test para cada estudiante y evaluadas por medio de la rúbrica (anexo 11), se hizo un consolidado general para el total de la población objeto de estudio, que permitió un análisis global del nivel de razonamiento lógico matemático, comparando los resultados del test final con la caracterización (anexo 3) y la estrategia didáctica (guías). Dichos resultados generales se presentan a continuación:

### Figura 25

*Matriz de valoración de las cinco habilidades de razonamiento lógico matemático que muestran los resultados al evaluar la implementación de la estrategia*

ESTUDIANTE	C.M	R.I	R.D	R.P	P.R	Total de aciertos	Razonamiento
E1	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	9	Medio
E2	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	13	Alto
E3	Alto	Medio	Alto	Bajo	Alto	10	Medio
E4	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	12	Alto
E5	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	5	Bajo
E6	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	12	Alto
E7	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	13	Alto
E8	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	13	Alto
E9	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	9	Medio
E10	Bajo	Medio	Alto	Alto	Medio	9	Medio
E11	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	11	Alto
E12	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Medio	8	Medio
E13	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	13	Alto
E14	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	13	Alto
E15	Alto	Medio	Alto	Bajo	Alto	10	Medio
E16	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto	11	Alto
E17	Medio	Bajo	Alto	Bajo	Alto	8	Medio
E18	Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	10	Medio
E19	Medio	Alto	Alto	Bajo	Alto	11	Alto
E20	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	12	Alto
E21	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	12	Alto
E22	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto	11	Alto
E23	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	7	Medio

Utilizando la matriz anterior se realizó un análisis estadístico descriptivo que permitió hacer el comparativo de los resultados obtenidos en el test final de razonamiento lógico

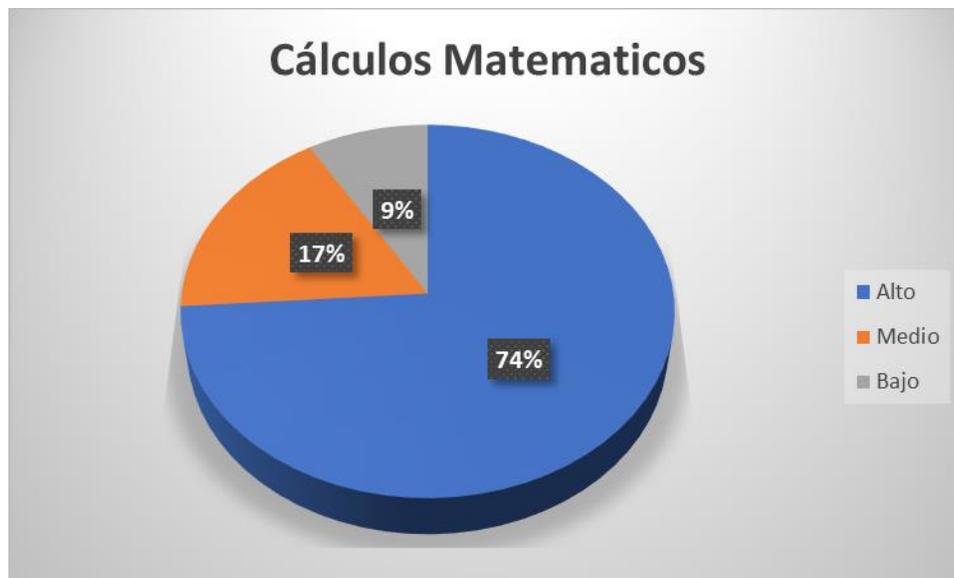
matemático posterior a la implementación de la estrategia con los obtenidos en la caracterización.

### *Descripción estadística del resultado del test de razonamiento lógico matemático*

Implementada la totalidad de las actividades y luego de realizar la aplicación del test final, se prosiguió a realizar el análisis de los resultados obtenidos, ilustrados por medio de diagramas circulares que muestran porcentajes y se describen a continuación:

### **Figura 26**

*Resultados porcentuales de la habilidad de cálculos matemáticos (C.M)*



La habilidad de cálculos matemáticos, se presentó en el test en la pregunta 4 y 14 correspondientes a operaciones básicas con números enteros, de los 23 estudiantes el 74% que corresponde a 17 estudiantes presenta desempeño alto, que indica que aplica estrategias eficientes y efectivas al resolver cálculos matemáticos; el 17% que corresponde a 4 estudiantes presenta desempeño medio, lo que significa que logran identificar las estrategias, pero no las

aplica de manera adecuada; el 9% correspondiente a 2 estudiantes tienen desempeño bajo, es decir, Identifican las operaciones matemáticas, sin embargo, no aplican correctamente una estrategia para dar solución al ejercicio. El desarrollo de esta habilidad contribuye a la agilidad mental, es decir, el estudiante toma decisiones más rápidas, asimila mejor nuevos conceptos, así como hace frente a situaciones más complejas que, de otra manera, podrían ser un desafío.

### Figura 27

*Resultados porcentuales de la habilidad de razonamiento inductivo (R.I)*



En cuanto a la habilidad de razonamiento inductivo, se presentó en el test en la pregunta 3, 7 y 11 en donde a partir de conceptos previos y ordenes lógicos llegan a conclusiones, de los 23 estudiantes el 44% que corresponde a 10 estudiantes presenta desempeño alto, indicando que detallan los pasos seguidos, relacionando y aplicando en grado óptimo los conceptos matemáticos necesarios; otro 44% presenta desempeño medio, lo que significa que muestra un aceptable conocimiento de los conceptos matemáticos; finalmente el 12% correspondiente a 3 estudiantes, los cuales presentan desempeño bajo, es decir, no detalla los pasos seguidos y se

aprecia desconocimiento en los conceptos matemáticos necesarios. El afianzamiento de esta habilidad permite al estudiante que a partir de la observación realice afirmaciones y llegue a conclusiones.

## Figura 28

*Resultados porcentuales de la habilidad de razonamiento deductivo (R.D)*



Para la habilidad de razonamiento deductivo, se tuvo en cuenta la pregunta 2 y 5 del test, en donde el 78% que corresponde a 18 estudiantes presenta desempeño alto, evidenciando que los estudiantes identifican conceptos matemáticos y los aplican rigurosamente dando solución a situaciones realizando adecuadamente el procedimiento y el 22% que corresponde a 5 estudiantes presenta desempeño medio, mostrando que no utiliza un lenguaje matemático apropiado para la solución de situaciones. Esta habilidad promueve un proceso mental que parte de una idea generales para llegar a una conclusión específica.

**Figura 29**

*Resultados porcentuales de la habilidad de resolución de problemas (R.P)*



Con respecto a la habilidad de resolución de problemas, se tiene en cuenta la pregunta 6, 8 y 12 del test, en donde interpretan una situación y dan solución por medio de un proceso adecuado, el 56% que corresponde a 13 estudiantes presenta desempeño alto, lo que indica que analizan, reconocen e interpretan perfectamente los datos, identificando con certeza lo que se busca y demostrando una absoluta comprensión del problema; el 22% correspondiente a 5 estudiantes presenta desempeño medio, demostrando que reconocen los datos e interpretan la relación entre los mismo, demostrando una comprensión elemental del problema; finalmente el otro 22% se encuentran en desempeño bajo, no reconociendo los datos, sus relaciones ni el contexto del problema, mostrando poca comprensión del mismo. Esta habilidad permite que el estudiante tenga la capacidad de tomar decisiones lógicas a partir de la identificación asertiva del problema.

**Figura 30**

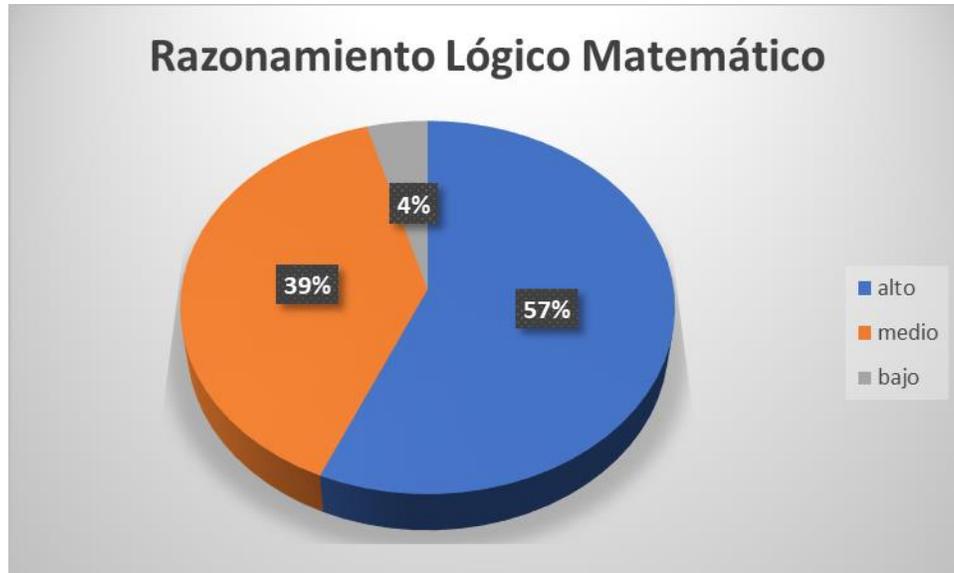
*Resultados porcentuales de la habilidad de patrones y relaciones (P.R)*



La pregunta 1, 9, 10 y 13 del test corresponde a la habilidad de patrones y relaciones. El 74% que corresponde a 17 estudiantes presenta desempeño alto, ya que identifican y relacionan correctamente los patrones de una secuencia; el 17% correspondiente a 4 estudiantes presenta desempeño medio, los cuales identifican al menos un patrón de la secuencia; por último, el 9% que equivale a 2 estudiantes se encuentran en desempeño bajo, esto indica que no identifican el patrón de una secuencia. La identificación de patrones y relaciones permite analizar, organizar y clasificar información para buscar regularidades.

**Figura 31**

*Resultados porcentuales de razonamiento*



La anterior grafica muestra los resultados del test final, donde indica el nivel de desempeño de razonamiento lógico matemático que lograron alcanzar los estudiantes al finalizar la estrategia didáctica, donde las actividades estaban enfocadas en el fortalecimiento de la habilidad argumentativa tal como nos lo indicó el árbol de decisión, considerando tal habilidad base en los procesos de razonamiento. A partir de los 5 criterios evaluados en el test, se concluye una mejoría en el razonamiento lógico matemático como se muestra en la (figura 31), ya que 13 estudiantes se encuentran en nivel alto, 9 en nivel medio y 1 en nivel bajo.

### **Discusión de resultados**

En este capítulo de discusión de resultados, es importante aclarar que esta investigación aporta a la comunidad educativa en el aprendizaje de los estudiantes en el área de matemáticas, al fortalecer el razonamiento lógico matemático, sin embargo, consideramos que no es

concluyente porque obviamos características del entorno, no se consideró todos los estilos de aprendizaje, ni se involucró el contexto familiar, entre otros.

Las ciencias de la complejidad han sido fundamental para la implementación de la propuesta didáctica, ya que partiendo del aprendizaje colaborativo y de distintas actividades enmarcadas en los sistemas adaptativos complejos, se logró que los estudiantes afianzaran habilidades básicas que les permitieron fortalecer el razonamiento lógico.

Las redes complejas nos permitieron visualizar la organización de los estudiantes en el aula, Reynoso (2008) afirma que las redes permiten pasar de niveles individuales a agrupaciones de manera menos conflictiva a comparación de otros formalismos; y las redes de mundo pequeño con su alto coeficiente de agrupación y una baja distancia media entre cualquier par de nodos (estudiantes) de la red, facilitó establecer vínculos permitiendo la formación de grupos base para que por medio del trabajo colaborativo como un tipo de sistema adaptativo complejo, los estudiantes alcanzaran niveles altos de razonamiento lógico.

La utilización de redes complejas en este estudio, permitió la autoorganización de comunidades con características similares correspondientes a los criterios de afinidad – comunicación y desarrollo de trabajos académicos. Identificamos en la visualización de las redes obtenidas nodos de mayor grado que fueron escogidos como líderes para la formación de cada grupo base y los nodos de menor grado se agruparon de acuerdo a las conexiones con otros que sirvieron de puente para un buen trabajo colaborativo.

La argumentación es una de las habilidades que más se trabajó durante el desarrollo de esta investigación, ya que en los resultados de la caracterización arrojó que es una habilidad fundamental por fortalecer para el desarrollo del razonamiento lógico matemático, pues favorece los procesos de construcción, ejemplificación, verificación, comprobación, y

demostración para justificar procedimientos matemáticos; además es esencial para desenvolverse de manera asertiva en cualquier situación que se presente en la vida cotidiana.

La estrategia metodológica permitió hacer un acercamiento a estudiantes de 11 años de edad a los retos que se enfrentarán a los 15 años en el momento de presentar las pruebas PISA, prueba cooperativo, de carácter cíclico, con un sistema internacional de control y gestión que permite generar indicadores de los logros en educación y que se lleva a cabo mediante una evaluación internacional, por tal desafío es que las actividades implementadas partieron de las competencias básicas, las cuales permitieron fortalecer habilidades de razonamiento lógico matemático y a su vez competencias matemáticas evaluadas en las pruebas PISA.

La implementación de la estrategia a partir de actividades lúdicas, creativas y con material concreto, permitió el afianzamiento de habilidades de razonamiento lógico matemático; la motivación, disposición y cumplimiento de las actividades grupales propuestas los incentivaron a generar ideas novedosas, buscar soluciones no lineales a situaciones problemas con el fin de mejorar sus productos. Los resultados mostraron notables mejorías en la interpretación, la demostración espontánea de ideas, participación activa, toma de decisiones frente a las situaciones por resolver.

En la aplicación del test final, los estudiantes fueron evaluados en 5 criterios de razonamiento lógico: cálculo matemático, razonamiento inductivo, deductivo, resolución de problemas y patrones – relaciones, en donde un alto porcentaje de estudiantes obtuvieron un desempeño alto, demostraron que la estrategia implementada potenció el razonamiento lógico matemático y por consiguiente adquirieron aprendizajes significativos.

La mayoría de los estudiantes mejoraron la motivación y disposición para el trabajo colaborativo y consideran que se deberían implementar actividades de mejora teniendo en cuenta

los resultados del test final, con el fin de contribuir aún más en el afianzamiento del razonamiento lógico y así mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, se sugiere al colegio que en el grado sexto de años posteriores, los docentes implementen las guías aportadas en esta investigación durante el primer semestre del año, tiempo en el que los temas concuerdan con el currículo. .

Basados en el paradigma de la complejidad, el aula de clase es un sistema abierto, emergente y caótico, en el que se involucran multitud de elementos y variadas interacciones en procesos de transformación, en donde el docente como el estudiante deben adaptarse y buscar alternativas de solución, para un aprendizaje colaborativo. Por ello, la propuesta presentada no es una estrategia concluyente, ya que puede ser acomodada según las nuevas condiciones que se presenten frente al cambio dinámico del aula y sus integrantes.

El trabajo colaborativo como estrategia metodológica contribuye a favorecer el razonamiento lógico matemático de los estudiantes como alternativa para motivarlos en el desarrollo de las temáticas por medio de actividades grupales y lúdicas que pueden abordarse desde diferentes áreas del conocimiento, gracias a su condición interdisciplinar.

## Referencias

- Abascal Mena, R. Lopez Ornelas, E (2016). Pensar en matemáticas. Universidad Autónoma Metropolitana.  
[http://dcd.cua.uam.mx/libros/archivos/pensar\\_en\\_matematicas\\_web.pdf](http://dcd.cua.uam.mx/libros/archivos/pensar_en_matematicas_web.pdf).
- Acero Gómez, D. (2022). La argumentación por analogía en la articulación de la geometría sintética y analítica.". Repositorio Universidad Libre. Universidad Libre <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17725>.
- Agudelo, A. F., et al. (2019). Relación entre el razonamiento emocional y el autocontrol con el trabajo en equipo en los proyectos [Tesis de especialización, Universidad EAN]. <http://hdl.handle.net/10882/9791>..
- Álvarez Nieto, M. (2016). El conocimiento del conocimiento: la obra de Edgar Morin y la problemática de la educación mexicana. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 7(13), 6-20.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-85502016000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-85502016000200006)
- Anderson, C. (2002): “Self-organization in Relation to Several Similar Concepts: are the Boundaries to Self-Organization Indistinct?”, *The Biological Bulletin*, 202, pp. 247-255.
- Angulo Mosquera, P. (2022). *Razonamiento Abductivo en Escolaridad de Educación Básica: el caso de la mediatriz*. Universidad del Valle.

Arana, Carlos (2021) : Modelos de aprendizaje automático mediante árboles de decisión, Serie Documentos de Trabajo, No. 778, Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA), Buenos Aires.

Aya-Velandia, LA (2020). Aportes de los sistemas y redes complejas para la transformación social. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 12 (1), 204-216.

<http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v12i1.1066>.

Bell Rodríguez, R. F., Orozco Fernández, I. I., & Lema Cachinell, B. M. (2022).

Interdisciplinariedad, aproximación conceptual y algunas implicaciones para la educación inclusiva. *Uniandes Episteme. Revista De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 9(1), 101–116. Recuperado a partir de

<https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/2518>.

Burbano Pantoja, V. M., Miranda, V., Margoth, A., & Burbano Valdivieso, Á. S. (2020).

El conocimiento didáctico del contenido sobre probabilidad en profesores de matemáticas de la educación básica secundaria colombiana. *Revista ESPACIOS. ISSN, 798*, 1015.

Castellanos Ceferino, N. (2019). Estrategias lúdico pedagógicas, para el fortalecimiento de las habilidades cognitivas de atención y pensamiento lógico, en niños y niñas de grado transición del jardín infantil Carlos Jiménez Guerra del municipio de El Colegio Cundinamarca. (Trabajo de Grado). Fundación Universitaria Los Libertadores.

Chango Supe, A. I. (2021). Actividades lúdicas para el fortalecimiento del razonamiento matemático en los estudiantes de noveno grado. (Trabajo de grado de Maestría).

Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Chueque, María Graciela; Bazán, Irene Olga del Valle; Lamas, Marta; Griffiero, María de la Mercedes; Díaz, Patricia (2001). La inter y transdisciplinariedad: una cuestión pendiente. Paraninfo de la Universidad de la República, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata.

([http://www.eubca.edu.uy/Encuentro/encdoentes/encdo\\_ponencias\\_generales/encdo\\_ponencias\\_grales\\_Argentina/encdo\\_ponencias\\_grales\\_argentina3.html](http://www.eubca.edu.uy/Encuentro/encdoentes/encdo_ponencias_generales/encdo_ponencias_grales_Argentina/encdo_ponencias_grales_argentina3.html)).

Colmenares-Guillén, Luis Enrique, Carrillo-Ruiz, Maya, Morales-Murillo, Victor Giovanni, & López y López, José Gustavo. (2019). Validación de un algoritmo de clasificación para la identificación de interacciones farmacológicas. Ingeniería, investigación y tecnología,

20(2)<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n2.014>.

Cortés Luis, L. V. (2020). Diseño y evaluación de un sistema experto difuso para la calificación de construcciones de tipología media y baja de uso residencial en el reconocimiento predial urbano. (Trabajo de Grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Davis, B., & Sumara, D. (2008). Complexity as a theory of education. *TCI (Transnational Curriculum Inquiry)*, 5(2), 33-44. Disponible en:

<https://doi.org/10.14288/tci.v5i2.75>

Davis, B., & Sumara, D. (2014). *Complexity and education: Inquiries into learning, teaching, and research*. Routledge. Disponible en:

<https://doi.org/10.4324/9780203764015>

De Bono, E., & Diéguez, RD (1988). *Seis sombreros para pensar*. Granica.

De Zubiría Samper, J. (2014). Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante. coop. Editorial magisterio.

Diago, G. G. (2020). Aproximación epistemológica a la investigación en comunicación: significados de comunicación, disciplinariedad y criterios para construir una disciplina. *Revista Latina de Comunicación Social*, (77), 393-412.

Elles Ardilla, L, M. (2021). La gamificación como estrategia de enseñanza-aprendizaje fortaleciendo las competencias de las matemáticas a través de tecnologías de la información y la comunicación en educación básica secundaria. (Trabajo de Maestría). Universidad de Santander.

Flores, J. (2013). Complejidad y educación. *Revista Diálogos*, (7), pp. 23-34.

Freire, P.(1997). *Pedagogía de la autonomía*. Siglo XXI.

García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.

García Lirios, C. (2019). Inteligencias y sabidurías organizacionales: Redes de conocimiento en torno al aprendizaje de la complejidad. *Psicogente* 22(41), 1-28.

<https://doi.org/10.17081/psico.22.41.3304>.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010).

Metodología de la investigación (5th ed.). McGrawHill.

Herrera Herrera, Y.A. Toledo Cifuentes, N.Y (2022). *Motivación y comprensión por el pensamiento matemático a través del teatro como propuesta pedagógica interdisciplinar.* (Trabajo de Maestría). Universidad Surcolombiana.

Irigoyen Mallo, A. (2023). Clasificación de etapas de sueño mediante análisis de polisomnogramas usando redes neuronales basadas en grafos. (Tesis doctoral). Universidad de la Coruña. <http://hdl.handle.net/2183/33271>.

Jörg, T., Davis, B., & Nickmans, G. (2017). Hacia una nueva ciencia de la complejidad en el aprendizaje y la educación. *Propuesta educativa*, (47), 38-53. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4030/403052805004.pdf>

Kauffman, S. A (1993). *Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford, Oxford University Press.

Larrotta-Rivera, Y. E. (2021). Fortalecimiento del Razonamiento Lógico-Matemático en Estudiantes de Grados Décimo y Undécimo Mediante Programación con Dfd y Arduino. (Tesis de Maestría). Universidad de Santander.

Ley 115 de 1994. Ley General de Educación. Colombia.

[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf).

Loyola, J. O. G. L. C., Perea, L (2020). Desarrollo de habilidades del pensamiento computacional a través de una secuencia didáctica apoyada en las TIC para el

desarrollo de las competencias matemáticas del grado sexto en el siglo XXI.

(Trabajo de Maestría). Universidad de Santander.

<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/1b3d1972-a13b-4882-86b6-8d1a4c526a9f/content>.

Machado, R. E. (abril de 2009). Las habilidades investigativas y la nueva Universidad:

Terminus a quo a la polémica y la discusión. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v9n1/hmc020109.pdf>

Maldonado, C.E. (2014). *¿Qué es un Sistema Complejo?* Revista Colombiana de

Filosofía de la Ciencia. 14.29: 71 – 93. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/414/41438646004.pdf>

Maldonado, C. E., & Gómez Cruz, N. A. (2010). *El mundo de las ciencias de la complejidad*. Editorial Universidad del Rosario. Disponible en:

<http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/3301>

Maldonado, C. E. (2017). *¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad?*

*Propuesta educativa*, (47), 54-67. Disponible en:

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1995-77852017000100005&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1995-77852017000100005&script=sci_arttext&lng=en)

Maldonado, C. E. (2021). La Gestión Compleja: De la Jerarquía a las Redes Complejas y la Heterarquía. *Revista Ciencias De La Complejidad*, 2(Edición Especial), 67–77.

<https://doi.org/10.48168/ccee012021-008>.

Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden.

[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf).

Miller, D. (2019). Cómo y por qué el mundo cambió las redes sociales. Etnografías Contemporáneas, 5(9). Recuperado a partir de

<https://revistasacademicas.unsam.edu.ar/index.php/etnocontemp/article/view/492>.

Mitchell, Melanie (2009). Complexity: A Guided Tour. Oxford: Oxford University Press.

Montoya Amezcua, E. L. (2022). Propuesta de una estrategia de gamificación para mejorar las habilidades matemáticas en las estudiantes del 1° de Secundaria de una institución educativa pública de Lima. (Trabajo de Maestría). Universidad San Ignacio de Loyola.

Morales, Jesús. (2020). Educación y desarrollo humano: dimensiones para la elaboración de políticas públicas en tiempos de complejidad. Conrado, 16(75), 372-383. Epub 02 de agosto de 2020.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442020000400372&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000400372&lng=es&tlng=pt)

Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.

Morin, E. (2001). On Complexity (Cresskill, NJ: Hampton, 2008); Edgar Morin, Seven Complex Lessons in Education for the Future. Disponible en:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000123074>

Morín, E (2004). El método. Tomo 6. Paris.

Mújica, R. C. H. (2020). Desarrollo del pensamiento lógico desde la perspectiva piagetiana. *Revista Vinculando*.

Palacios Serrano, Iván, Cruz Ulloa, Christyan, & Barraza Rodríguez, Manuel. (2022).

Analysis of RRT, PRM and Voronoi path planning algorithms to solve a modular maze using a two-DOF platform. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 30(1), 157-170. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000100157>.

Paredes Guijarro, M. D. C. (2022). Estrategia metodológica a través del pensamiento computacional para el aprendizaje de Matemática (Trabajo de Maestría).

Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Patiño-Vanegas, J. C., Benjumea-Arias, M. L., Valencia-Arias, J. A., & Garcés-Giraldo,

L. F. (2020). Tendencias investigativas en simulación de sistemas complejos adaptativos: Un análisis bibliométrico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E28), 791-805.

Pérez Medina, M. E. M. (2019). Propuesta de estrategias metodológicas para el desarrollo

de la competencia lectora, basadas en educación Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (CTIAM). (Trabajo de Maestría). Instituto Politecnico Nacional.

Reynoso, C. (2008). Hacia la complejidad por la vía de las redes: nuevas lecciones epistemológicas. *Desacatos*, (28), 17-40.

Reyes-Luévano, J., Ruiz-Beltrán, E., Castañeda-Ramos, LA, & Orozco-Mora, JL (2019).

Detección y aislamiento de fallas en sistemas de fabricación desde el enfoque de redes complejas. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 16 (1), 36-47. <http://dx.doi.org/10.4995/riai.2018.9662>.

Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 1(2), 47-66.

Rivera Rivera, C. G., & Silva Perdomo, L. M. (2022). La geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de séptimo grado. (Tesis Doctoral). Universidad Surcolombiana.

Sainz de Baranda Andújar, C., Blanco Ruiz, M., Miranda Calero, J.A., Gutiérrez Martín, L., Canabal Benito, M. F., San Segundo Manuel, R., López Ongil, C. (2021). Perspectiva de género y social en las STEM: La construcción de sistemas inteligentes para detección de emociones. *Sociología & Tecnociencia*, vol. 11, extra 1, pp. 83-115.

Serra Marrugat, A. (2020). Comparación de algoritmos de clasificación supervisada (Tesis de Maestría). Universitat Politècnica de Catalunya.

Sevilla de Pablo, Andrés (2020). Construcción y navegación de redes de Pequeño Mundo. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. de Sistemas Informáticos (UPM).  
<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.65788>.

Surge, Ivan (2018). La pluridisciplinariedad como imperativo para estudiar las desigualdades educativas. Reflexiones en torno a una investigación en proceso. Primeras Jornadas de Epistemología y Metodología de las Ciencias Sociales. Tandil, Argentina.

[https://www.researchgate.net/publication/339987695\\_La\\_pluridisciplinariedad\\_como\\_imperativo\\_para\\_estudiar\\_las\\_desigualdades\\_educativas\\_Reflexiones\\_en\\_torno\\_a\\_una\\_investigacion\\_en\\_proceso](https://www.researchgate.net/publication/339987695_La_pluridisciplinariedad_como_imperativo_para_estudiar_las_desigualdades_educativas_Reflexiones_en_torno_a_una_investigacion_en_proceso).

Universidad EIA (2020). APRENDIZAJE COLABORATIVO: Construcción conjunta de aprendizajes. Dirección General Académica. <https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2020/09/6.-Aprendizaje-colaborativo.pdf>.

Von Bertalanffy, L. (1976). Teoría general de los sistemas. México: Editorial Fondo de Cultura Económica, 336.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59471390/TGS\\_Bertalanffy20190531-130081-rt2nka-libre.pdf?1559348699=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTGS\\_Bertalanffy.pdf&Expires=1692750721&Signature=MFCZVEbJ0Z-pft22e979jbNBQNILUN5-moAKaoGt4cswqZyzidstXug3QDP7Vt16Ye4SER7gRyx2ggr-0daaZ4bSn-CwTA9OcaZDb0-wbj8eN8Hxxsy67OWOvr2y600QjBv7x7JZvVcHWXO6nIPqWgtiCMHAoOPGZJ9wkt8ibNsadTOws7u16DaumzKp6nls8BgNs2Dt00gs9OVB8pDKnPkG4WMNGffYBRVP5qeJhtEZkDliF9OXDJjwyY0Z6PU0az~Kq7K6N8nIPkPHRzLdEKIoh84L7v0AjpgNaPEtkjP0sZCksZ9mH8NDVxIwHQWt98Hzh7gYPExbehIDTnKEtsg\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59471390/TGS_Bertalanffy20190531-130081-rt2nka-libre.pdf?1559348699=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTGS_Bertalanffy.pdf&Expires=1692750721&Signature=MFCZVEbJ0Z-pft22e979jbNBQNILUN5-moAKaoGt4cswqZyzidstXug3QDP7Vt16Ye4SER7gRyx2ggr-0daaZ4bSn-CwTA9OcaZDb0-wbj8eN8Hxxsy67OWOvr2y600QjBv7x7JZvVcHWXO6nIPqWgtiCMHAoOPGZJ9wkt8ibNsadTOws7u16DaumzKp6nls8BgNs2Dt00gs9OVB8pDKnPkG4WMNGffYBRVP5qeJhtEZkDliF9OXDJjwyY0Z6PU0az~Kq7K6N8nIPkPHRzLdEKIoh84L7v0AjpgNaPEtkjP0sZCksZ9mH8NDVxIwHQWt98Hzh7gYPExbehIDTnKEtsg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

## Anexos

### Anexo 1. Consentimiento de padres para el registro y toma de evidencias



**COLEGIO COLOMBO INGLÉS**

"Formamos con Calidad Humana y Excelencia Académica"

NIT. 800.072.972-4  
Código DANE: 341001004648 Código ICFES: 068254  
Aprobación según resolución No. 077 de Noviembre 29 de  
2004 Preescolar, Primaria y Secundaria

#### Consentimiento informado para madres y/o padres de familia.

Yo, \_\_\_\_\_ identificado (a) con cédula de ciudadanía No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en pleno uso de mis facultades mentales y sin que medie coacción alguna, en mi condición de \_\_\_\_\_ y acudiente responsable del menor \_\_\_\_\_ identificado con tarjeta de identidad No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ lo autorizo y acepto su participación de forma voluntaria en la realización de la investigación titulada **PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA INTERDISCIPLINAR BASADA EN SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS PARA FORTALECER EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO EN EL COLEGIO COLOMBO INGLÉS DEL HUILA**, realizada por la investigadora: Paola Andrea Otálora Puentes, estudiante de la maestría Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad de la Universidad Surcolombiana.

Manifiesto que se nos ha sido informado, explicado y dados a conocer los objetivos de la investigación, y toda la información correspondiente a la misma; nuestras preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria, aclarado y despejado las dudas e inquietudes. Hemos sido informados y entendemos que la información que \_\_\_\_\_ suministre, será de forma consiente y bajo sus propios criterios y responsabilidad, y que esta será transcrita, registrada y revelada en el proyecto de investigación, y no será utilizada para ningún otro fin, fuera de lo estrictamente académico.

He aceptado de forma consiente y voluntaria que el nombre de \_\_\_\_\_, así como sus fotos, videos y demás herramientas a las que se acude para la ejecución del presente estudio sean reveladas y dadas a conocer. Así mismo manifiesto que bajo ningún concepto se nos ha ofrecido ni pretendido recibir algún tipo de beneficio económico producto de los hallazgos de la referida investigación, y de los resultados de esta nos serán mostrados oportunamente en el momento en que así lo solicitemos.

Nombre: \_\_\_\_\_

C.C.: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Respuesta de Coordinación Académica para la aplicación del trabajo de investigación



**COLEGIO COLOMBO INGLÉS**  
"Formamos con Calidad Humana y Excelencia Académica"

NIT. 800.072.972-4  
Código DANE: 341001004648 Código ICFES: 068254  
Aprobación según resolución No. 077 de Noviembre 29 de  
2004 Preescolar, Primaria y Secundaria

Neiva 03 de Febrero de 2023

Señor  
**Mauro Montealegre Cárdenas**  
Director de investigación DINUSCO  
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
Neiva

Asunto: carta de aval institucional

En mi calidad de coordinadora académica del **COLEGIO COLOMBO INGLÉS DEL HUILA**, con NIT N° 800072972 de manera atenta informo que:

1. Nuestra entidad tiene conocimiento y avala el desarrollo del trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA INTERDISCIPLINAR BASADA EN SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS PARA FORTALECER EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO EN EL COLEGIO COLOMBO INGLÉS DEL HUILA**, el cual se realizara en los grados sextos del nivel de secundaria; y el que la licenciada **PAOLA ANDREA OTÁLORA PUENTES** adelanta en calidad de estudiante del programa académico de **MAESTRÍA EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD** de la **UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**.
2. Nuestra entidad conoce el perfil del trabajo de grado formulado que será desarrollado en nuestra institución y que se encuentra articulado al proyecto de investigación **PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA INTERDISCIPLINAR BASADA EN SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS PARA FORTALECER EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO EN EL COLEGIO COLOMBO INGLÉS DEL HUILA**, aprobado por la **UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**.
3. Los autores del trabajo de grado deberán formular y gestionar la participación de la población objeto de investigación acorde con los lineamientos exigidos por la **UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**, manejado correctamente la información y documentos suministrados y guardando la debida reserva sin excepción alguna.

Cordialmente,

**DIRLEY GONZALEZ AGUILAR**  
COORDINADORA ACADÉMICA DE SECUNDARIA  
COLEGIO COLOMBO INGLÉS DEL HUILA

Neiva, Huila - Colombia / Calle 19 No. 45 - 04 / Tels: 877 3133 - 877 7282 / e-mail: colomboingles@hotmail.com / www.colomboingleshuila.edu.co  
CATEGORÍA DE DESEMPEÑO NIVEL MUY SUPERIOR PRUEBAS SABER A+ (ICFES) CERTIFICADO COMO CAMBRIDGE ENGLISH SCHOOL PROYECTO PEDAGÓGICO UNO: SANTILLANA DE ESPAÑA - PRIMARIA Y SECUNDARIA CENTRO DE REGISTRO Y APLICACIÓN DE EXÁMENES INTERNACIONALES - CAMBRIDGE - STARTERS - MOVERS - FLYERS - KET - PET - IELTS



### Anexo 3. Caracterización de las habilidades lógico de los estudiantes de sexto grado de Colegio Colombo Ingles del Huila

**OBJETIVO:** Caracterizar las habilidades de razonamiento lógico: comprensión de conceptos (interpretativa), establecer relaciones (argumentativa) y solucionar problemas (propositiva) de los estudiantes del Colegio Colombo Ingles del Huila, a partir de problemáticas contextuales.

#### ¿Qué países generan más residuos de plástico de un solo uso?

4 junio, 2021

*Autor: Mónica Mena Roa*

Entre las nefastas consecuencias que la pandemia de COVID-19 ha traído consigo, está el resurgimiento del plástico de un solo uso. Y es que, para evitar el riesgo de infección frente al virus, muchos productos de plástico, en su mayoría desechables, se han convertido en casi indispensables para el día a día. Esto es, mascarillas, guantes, pantallas de protección, botellas de desinfectante para manos, kits de prueba, recipientes para llevar comida y un largo etcétera. Este aumento de residuos plásticos de un solo uso supone un grave problema de contaminación, del que ya han alertado diversos organismos, entre ellos, la ONU.

Ya en 2019, el año previo a la pandemia, más de 130 millones de toneladas de plásticos de un solo uso se tiraron en el mundo, según el Índice de fabricantes de residuos plásticos, publicado el pasado mes de mayo por la Fundación Minderoo. Entre los quince países que más residuos plásticos de un solo uso generaron ese año se encuentra España, con casi 1,6 millones de toneladas. El país también destaca por la cantidad de residuos de este tipo que produce per cápita: 34 kilos anuales. Los tres países más poblados del mundo, China, Estados Unidos y la India, encabezan este ranking, aunque la cantidad de plástico de un solo uso desechado por persona varía notablemente entre ellos. Mientras los indios apenas generaron cuatro kilos por persona en 2019, los chinos produjeron 18, y en Estados Unidos la cifra se disparó hasta alcanzar los 56 kilos de desechos plásticos de un solo uso generados por ciudadano.



Nota. Datos extraídos del Statista, 2020

Nombre del grupo: \_\_\_\_\_

Teniendo en cuenta la problemática presentada en la lectura, discuta con su grupo colaborativo y responda:

1. ¿Cuál es la problemática presentada en la lectura?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Plantee una solución viable para disminuir la cantidad de residuos plásticos de un solo uso en el mundo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. De acuerdo a la gráfica, escriba en orden descendente los 5 países que más generan residuos plásticos por habitante.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. La gráfica muestra algunos países con la respectiva cantidad de kilos de plásticos de un solo uso que generó cada habitante en el año 2019. Escriba el paso a paso para saber la cantidad de kilogramos de plástico de un solo uso que produjo cada país en el año 2019.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo 4. Rubrica de caracterización**

HABILIDAD	NIVELES DE DESEMPEÑO		
	INICIANDO	AVANZANDO	PROFUNDIZANDO
<b>INTERPRETATIVA</b>	No identifica el problema, porque lo escrito no se relaciona con la situación planteada.	Escribe algunas ideas que se acercan a la problemática, sin identificarla en su totalidad.	Comprende totalmente la problemática, encuentra el sentido, explica, descifra, da una descripción detallada del problema a resolver.
<b>ARGUMENTATIVA</b>	Nombra opciones para resolver el problema, sin describir los procedimientos.	Escribe ideas válidas para resolver la problemática, describiendo muy poco los procedimientos.	Construye argumentos sólidos que describen detalladamente los procedimientos a seguir para la solución de la problemática.
<b>PROPOSITIVA</b>	Selecciona una alternativa de solución adecuada, sin explicar el procedimiento a seguir.	Toma una decisión válida para resolver el problema y describe muy poco el procedimiento a seguir.	Propone una alternativa de solución viable que resuelva la problemática, explica detalladamente el procedimiento a seguir, reflejando los conocimientos que requiere la problemática.

## Anexo 5. Guía 1. Potenciación y radicación en los números naturales

### TEMA: POTENCIACIÓN Y RADICACIÓN EN LOS NÚMEROS NATURALES

**OBJETIVO:** Identificar la potenciación y la radicación para representar situaciones matemáticas con números naturales.

El desarrollo de la guía se realiza con grupos de base integrado por 4 estudiantes, que cumplen un rol específico de acuerdo a sus habilidades. Cada grupo se caracteriza por ser heterogéneo, con la finalidad de que los integrantes reflexionen a partir de vivencias y experiencias positivas, para así descubrir que se aprende más y mejor cuando se trabaja en equipo.

#### ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO:

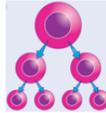
Durante la aplicación del taller el estudiante tendrá que cuestionarse individualmente y reciprocamente, en donde a partir de la escucha enfocada discuten las ideas y llegan a acuerdos. Posteriormente se usa la técnica uno, dos, cuatro, con el fin de potenciar las habilidades interpretativa, argumentativa y propositiva. Finalmente, los estudiantes tienen la capacidad de extrapolar lo aprendido a contextos cotidianos usando la creatividad.

NOMBRE \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

#### ACTIVIDAD 1

##### La división celular

Las bacterias son organismos unicelulares y microscópicos, que carecen de núcleo diferenciado y se reproducen por división celular sencilla. Cuando las bacterias y otras células alcanzan un tamaño y un metabolismo crítico, se dividen y forman dos células hijas idénticas, cada una de estas recibe aproximadamente la mitad de la masa celular de la célula original y comienzan a crecer. Si una bacteria se divide en 2 cada 5 minutos.



Con base en la información anterior, responda:

¿Cuántas bacterias existirán al cabo de 30 minutos? Observa el diagrama adjunto y realiza el diagrama completo, correspondiente a la situación de la bacteria.

caja de chocolates para compartir con sus amigos de la escuela, manifiesta que de esta manera se sentiría muy feliz.



Tomado de:  
[https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/contenidosaprender/G5/M/M\\_G05\\_U01\\_L04/M\\_G05\\_U01\\_L04\\_03\\_01.html#](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/contenidosaprender/G5/M/M_G05_U01_L04/M_G05_U01_L04_03_01.html#)

Responde con ayuda de tus compañeros:

En la fábrica Jet empacan los chocolates en paquete de 6 filas, las cuales están conformadas por 6 chocolates cada una. Santiago necesita saber cuántos chocolates hay en el paquete que recibió de cumpleaños por parte de su familia y así saber lo siguiente

- a. ¿cuántos días le alcanzará el paquete si se come un chocolate diario?

- b. ¿Cómo determinaron el resultado de la pregunta a)?

---



---

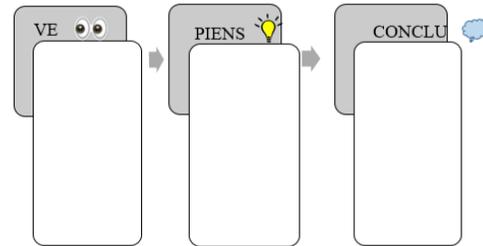
En fábrica Jet los empleados empaican los paquetes de chocolates en cajas con forma de cubo, las cuales están conformadas por 6 paquetes de chocolates cada una, conociendo el deseo de Santiago para su próximo cumpleaños, responde:

- a. ¿Cuántos chocolates tendría para repartir con sus amigos? ¿Cómo determinaste esto?

#### ACTIVIDAD 2

Basado en la actividad 1, responde la siguiente rutina de pensamiento de la siguiente manera:

1. La docente entrega una rutina de pensamiento a cada estudiante del grupo base para que plasme sus ideas a partir de la observación y análisis del ejercicio realizado anteriormente
2. Posteriormente se reunirán en parejas dentro del grupo de base, para realizar el mismo ejercicio con el propósito de corregir errores, ampliar respuestas e incluso obtener nuevas conclusiones
3. Por último, se unen los cuatro miembros de los grupos de base para consensuar las respuestas y unificar sus criterios.



#### ACTIVIDAD 3

Santiago López vive junto a sus cuatro abuelos, su padre y su madre, en una destaralada casa de madera en la que solo hay dos habitaciones y una sola cama. La familia López no tiene casi nada para comer y pasan mucho frío en invierno, pero cuando llega el cumpleaños de Santiago siempre hacen lo imposible para regalarle lo que más le gusta del mundo: un paquete de chocolatinas Jet. Santiago es un niño educado y cariñoso, que respeta y cuida mucho a sus abuelos y a sus padres. Santiago tiene un deseo, que en su próximo cumpleaños le regalen una

En la misma fábrica, se hacen las cajas en las cuales se empaican los chocolates, estas cajas son de forma cubica, por tanto, cada cara tiene forma de cuadrado y todos sus lados son de la misma medida.



Tomado de:  
[https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/contenidosaprender/G5/M/M\\_G05\\_U01\\_L04/M\\_G05\\_U01\\_L04\\_03\\_01.html#](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/contenidosaprender/G5/M/M_G05_U01_L04/M_G05_U01_L04_03_01.html#)

Si se sabe que cada chocolate tiene un área de  $1\text{ cm}^2$  y que el volumen de la caja es de  $216\text{ cm}^3$ , responde:

- a. ¿Cuál es la medida de los lados de la caja sabiendo que tiene forma cúbica?

- a. ¿Cuál es el área de la cara de una caja?



## Anexo 6. Guía 2. Logaritmación y polinomios aritméticos en los números naturales

TEMA: LOGARITMACIÓN Y POLINOMIOS ARITMÉTICOS EN LOS NÚMEROS NATURALES

OBJETIVO: Resolver problemas que involucren el cálculo de logaritmos y la aplicación de relaciones y operaciones entre números naturales en diversos contextos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO:

De acuerdo a la reflexión de la lectura inicial sobre la contaminación en relación con los números naturales, el grupo base dará respuesta desde diferentes perspectivas a la pregunta problematizadora a partir de la estrategia didáctica los seis sombreros de Bono, para luego a través de su vocero expongan en mesa redonda las respuestas divergentes, posteriormente a través de recursos tecnológicos y lúdicos los estudiantes aplican un conjunto de acciones que potencializan sus habilidades cognitivas permitiéndoles tener un aprendizaje significativo.

NOMBRE DEL GRUPO: \_\_\_\_\_

### ACTIVIDAD 1

#### Lectura

La contaminación es una de las principales causas de mortalidad en el mundo, ¿Qué tanto sabe a cerca de esto? ¿Qué tanto afecta en datos numéricos? Más de mil millones de personas en el mundo carece de acceso al agua potable y por tal motivo, 5.000 personas mueren a diario debido al agua contaminada. Más de 3 millones de niños menores de cinco años mueren anualmente por factores ambientales. Estas cifras se pueden reducir considerablemente si a nuestro estilo de vida le incluímos un poco más de conciencia. Tu vida puede seguir tal y como la haces todos los días, pero con pequeñas acciones se pueden lograr grandes cambios.

#### SEIS SOMBREROS PARA PENSAR

Autor: Edward de Bono

Esta actividad te permitirá flexibilizar tu punto de vista y descubrir nuevas opciones y salidas a un problema. Cuando se coloquen el sombrero, deben ser capaces en dos o tres minutos de cambiar su punto de vista y dar versiones diferentes de una misma problemática

Roles de los 6 sombreros para pensar	
	<b>Neutralidad – objetividad – lógica</b> Aborda las cuestiones desde la óptica de los hechos objetivos, los números, los datos y la información.
	<b>Negatividad – pesimismo</b> Pone en manifiesto porque una alternativa no es buena. Es el pensamiento de crítica negativa que señala los defectos, ve lo que puede salir mal o no puede funcionar.
	<b>Emociones – intuición</b> Es el punto de vista de los sentimientos. Opuesto al sombrero blanco, prescindir de datos y hechos, ocupándose de las emociones.
	<b>Creatividad – imaginación</b> Representa el surgimiento de nuevas ideas y la búsqueda de alternativas. También utiliza la provocación, el movimiento y el pensamiento lateral.
	<b>Positividad – optimismo – lógica</b> Representa la alegría, esperanza y pensamiento positivo. Busca de forma deliberada los aspectos favorables de una situación, la oportunidad que supone una acción. Pero es un optimismo fundamentado, razona y justifica.
	<b>Organización – control del proceso</b> Se encarga de tomar decisiones, llegar a conclusiones y determina las acciones a desarrollar.

Responder en hojas anexo 1



Posterior a desarrollo de los 6 sombreros de Bono se realiza una mesa redonda para exponer los diferentes puntos de vista de los grupos base.

### ACTIVIDAD 2

Observar, leer y reflexionar



Tomado de: <https://www.youtube.com/watch?v=TV-YEQ0JFuQ>

La contaminación ambiental es la causa de enfermedades respiratorias en los seres humanos. Algunos virus se reproducen en lugares muy contaminados, estos virus se pueden reproducir cada hora.

Si un virus cuadruplica cada hora, entonces para conocer la cantidad de horas que deben transcurrir para que el virus se reproduzca 1024 veces, se debe plantear una potenciación, así  $4^n = 1024$ , donde  $n$  representa el número de horas. Como en este caso, no se conoce el exponente, entonces es necesario realizar una nueva operación en la cual permita calcular el exponente cuando se conoce la base y la potencia, esta operación se conoce como **logaritmación**.

#### Reflexiona

- a. De acuerdo al vídeo, nombra los tipos de contaminantes y da un ejemplo de cada uno.

- b. De los anteriores contaminantes ¿cuál tiene relación con la logaritmación? Explica tu respuesta.

### ACTIVIDAD 3

#### Reciclaje de papel y los polinomios aritméticos

El papel se inventó en China hace más de 2000 años. Para fabricarlo se utilizan fibras vegetales que provienen de la madera. Anualmente se producen más de 400 millones de toneladas de papel en el mundo, talando 31 árboles por cada una. Es decir, que para evitar la tala de un árbol se deben reutilizar al menos 32 kilogramos de papel.

No se puede fabricar la misma cantidad de papel con todos los árboles. Por ejemplo, si se tiene tres tipos de árboles y con cada uno se fabrica una cantidad diferente de papel. Además, se tala una cantidad distinta de cada tipo de árbol. Para conocer la cantidad de papel que se fabrica, se plantea una expresión conocida como **polinomio aritmético**.

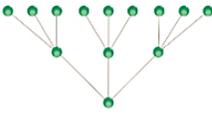
a. Realiza un dibujo que represente la situación de la lectura.

b. Plantea una expresión matemática que permita hallar la cantidad de papel que se fabrica

**ACTIVIDAD 4**

Lee atentamente y resuelve los siguientes problemas planteados de logaritmicación y polinomios aritméticos.

1. La cantidad de ramas de una planta se triplican cada mes, como se muestra en el dibujo



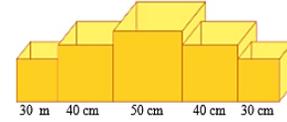
a. Escribe y resuelve una expresión que te permita encontrar el número de ramas nuevas que tendrá la planta en el cuarto mes.

b. Escribe y resuelve una expresión que te permita encontrar el mes en el que el número de ramas nuevas que tendrá la planta es 729.

2. Una empresa utiliza un bosque para la producción de papel. Cada semestre la cantidad de árboles que utiliza la empresa se cuadruplica con respecto al semestre anterior. En el primer semestre se produjo una tonelada de papel, que equivale a 15 árboles.

a. Escribe y resuelve una expresión que te permita determinar en cual semestre se utilizan 61.440 árboles.

3. Sergio reutilizó 5 cajas para construir una estructura en la cual se puedan depositar diferentes materiales reciclables. Cada caja tiene forma cúbica como se muestra en la figura.



a. Escribe el polinomio aritmético que representa el volumen total de las 5 cajas.

b. Resuelve el polinomio y calcula el volumen total de las 5 cajas.

## Anexo 7. Guía 3. Múltiplos, divisores y descomposición en factores primos

TEMA: MÚLTIPLOS, DIVISORES Y DESCOMPOSICIÓN EN FACTORES PRIMOS

OBJETIVO: Aplicar los conceptos de la teoría de números para expresar un número como el producto de factores primos.

MATERIALES:

- 2 dados
- Fichas de parques
- Anexo 1 (escalera)
- Fichas de colores (números primos)
- Tarjetas de números naturales

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO:

A partir del juego, los estudiantes afianzan los conceptos sobre teoría de números, que permitirá crear un ambiente armonioso de aprendizaje, donde se busca que los estudiantes apropien los temas, desarrollen aptitudes, relaciones, forjen vínculos con sus compañeros y de esta manera fortalezcan sus habilidades sociales y emocionales como compartir, negociar y resolver conflictos, además contribuye a la autoconfianza.



Tomado de: <https://www.retebilinque.com/practica-un-idioma-con-el-juego-de-serpiente-y-escaleras/>

ACTIVIDAD 2

JUGANDO A LA DESCOMPOSICIÓN

Cada equipo base contará con fichas de colores, que representaran números primos, la docente asignará a cada grupo tres tarjetas con números diferentes para que realicen la descomposición en factores primos usando las fichas de colores

NOMBRE \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_



ACTIVIDAD 1

ESCALANDO A LA META (ANEXO 1)

Cada integrante del grupo base tirará un dado, el que saque mayor puntaje inicia el juego, todos partirán de la casilla 1, en orden lanzan dos dados para avanzar, en la casilla que caigan deberán resolver un ejercicio para avanzar, de no resolver el ejercicio deberá devolverse a la posición en que se encontraba, el ganador del juego es el que llegue de primero al número 30.

Ejemplos

78 Descomposición en factores primos: 2, 3, 13

24 Descomposición en factores primos: 2, 2, 2, 3

## Anexo 8. Guía 4. Sucesos aleatorios y probabilidad

### TEMA: SUCESOS ALEATORIOS Y PROBABILIDAD

**OBJETIVO:** Describir situaciones problema en donde está inmersa la noción de aleatoriedad y probabilidad.

**MATERIALES:**

- Fichas de colores
- Bolsas
- Ruleta

**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO:**

A partir del juego, los estudiantes interiorizan los conocimientos sobre sucesos aleatorios y probabilidad, esta estrategia didáctica flexible permite una enseñanza eficaz de los contenidos e incluye situaciones cotidianas y materiales manipulativos. La finalidad de esta guía es promover que los estudiantes aprendan los conocimientos básicos que le proporcionen herramientas que le faciliten la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre.

**NOMBRE DEL GRUPO:** \_\_\_\_\_

#### ACTIVIDAD 1

La docente entrega a cada grupo base una bolsa que contine 18 fichas de diferentes colores: amarillas, verdes, rojas, azules y blancas, luego los estudiantes deben evaluar cada evento como *seguro, probable, poco probable o imposible*

- ❖ Posibilidad de sacar una ficha morada \_\_\_\_\_
- ❖ Posibilidad de sacar una ficha verde \_\_\_\_\_
- ❖ Posibilidad de sacar una ficha \_\_\_\_\_
- ❖ Posibilidad de sacar una ficha azul \_\_\_\_\_

Los estudiantes mezclan las fichas aleatoriamente y sacan por turnos una ficha al azar registrando los resultados de 10 extracciones.

Extracción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Color	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

De los resultados obtenidos en la tabla, analicen y argumenten por medio de 5 afirmaciones la posibilidad de sucesos probables, pocos probables, seguros e imposibles.

8			18		
9			19		
10			20		

De los resultados obtenidos en la tabla, analicen y registren 10 probabilidades de los eventos de la tabla anterior.

Nº	PROBABILIDAD
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

#### ACTIVIDAD 3

El siguiente juego consiste en la probabilidad de sacar una suma al lanzar dos dados, el ganador es aquel estudiante que llegue a la meta. Para ello debe tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Llene la columna "NOMBRE" con los nombres de los cuatro integrantes del grupo base, luego repita los nombres en el mismo orden hasta completar la columna.

SUMA	NOMBRE	POSIBILIDADES	PROBABILIDAD
2			
3			
4			
5			
6			
7			

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### ACTIVIDAD 2

La docente entrega a cada grupo base una ruleta de colores y números en donde a partir de la experimentación y observación encuentren la ocurrencia de los siguientes eventos

- Un número impar \_\_\_\_\_
- Un número par \_\_\_\_\_
- Un número primo \_\_\_\_\_
- El color verde \_\_\_\_\_
- Un múltiplo de 4 \_\_\_\_\_
- Un divisor de 12 \_\_\_\_\_
- Un color rojo \_\_\_\_\_



A cada equipo base se le hace entrega de una ruleta, los integrantes por turno la hacen girar, registran los resultados numéricos y de color de 20 giros (ensayos) en la siguiente tabla.

GIROS	RESULTADO	COLOR	GIROS	RESULTADO	COLOR
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		

8					
9					
10					
11					
12					

2. El primer estudiante de la columna "NOMBRE" empieza lanzando los dados; la suma de los valores obtenidos del lanzamiento se registra en la columna de "POSIBILIDADES" y se marca en la tabla, dando al estudiante que corresponde esta suma un punto y el turno para el siguiente al lanzamiento y se repite el mismo proceso hasta que uno de los estudiantes llegue a la meta.

2						META
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

3. Al terminar el juego el grupo registra la columna "PROBABILIDAD" teniendo en cuenta los resultados.

#### ACTIVIDAD 4

El líder de cada equipo socializará la siguiente pregunta: ¿por qué las probabilidades en las actividades anteriores fueron distintas en cada grupo si tenían los mismos materiales?

## Anexo 9. Guía 5. Reconocimiento de sólidos, área, bordes y simetría

TEMA: RECONOCIMIENTO DE SÓLIDOS, ÁREA, BORDES Y SIMETRÍA

**OBJETIVO:**

- Establecer estrategias para determinar las áreas de figuras que hay en la cotidianidad con forma de cuerpos geométricos.
- Reconocer las superficies de un cuerpo geométrico.
- Reconocer objetos del entorno a partir de sus lados y su simetría.

**MATERIALES:**

- Gorro de cumpleaños
- Tubo de cartón
- 2 cajas pequeñas
- Una naranja
- Papel de regalo
- Tijeras
- Regla
- Flores
- Pintura
- pincel

**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO:**

El uso de material concreto permite desarrollar en los estudiantes su percepción del espacio, su capacidad de visualización y abstracción, su habilidad para elaborar conjeturas acerca de las relaciones geométricas en una figura o entre varias y su habilidad para argumentar al tratar de validar las conjeturas que hace.

NOMBRE DEL GRUPO: \_\_\_\_\_

**ACTIVIDAD 1**

De acuerdo a las indicaciones de la docente, los estudiantes de cada grupo base, realizan observación de los objetos llevados como: naranja, tubo de papel higiénico, caja pequeña y un gorro de cumpleaños, con el fin de identificar las características y vivenciar las figuras planas que los componen.

SOLIDO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS PLANAS QUE LO COMPONEN
		
		
		
		

**ACTIVIDAD 2**

**Exploración del espacio**

Cada grupo base tomará un elemento indicado y determinará la estrategia para saber cuántas veces cabe ese elemento en la superficie de otro, luego argumentará como llevó a cabo para resolver lo planteado.

*Borrador en la superficie de un cuaderno*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Cuaderno en la superficie de la mesa*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Mesa en la superficie del piso del salón*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ACTIVIDAD 3**

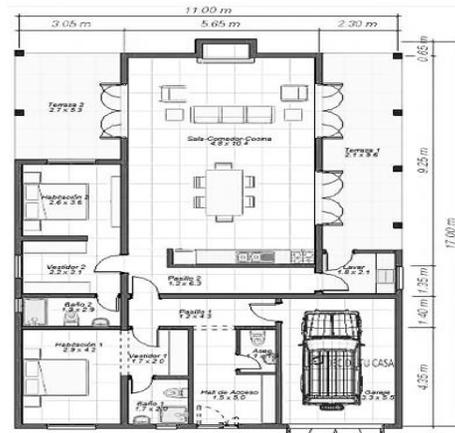
**Estimación del espacio**

Observa la imagen del plano de una casa y responde por medio de estimaciones las siguientes preguntas.

- ¿Cuántas veces cabe la habitación 1 en la sala – comedor - cocina?
- ¿Cuántas veces cabe el pasillo 2 en el parqueadero?

c. ¿Cuántas veces cabe el baño 2 en la habitación 2?

d. ¿Qué parte de la habitación 1 es el baño 2?



**ACTIVIDAD 4**

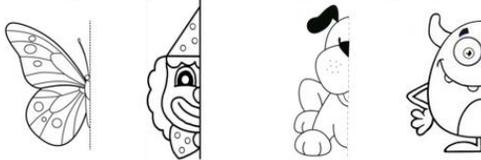
Cada grupo base forrará con papel regalo una caja pequeña, luego determinará y argumentará la estrategia para saber cuánto papel utilizó.



**ACTIVIDAD 5**

**Armonía de las formas**

1. Cada estudiante contará con una hoja, en la cual tendrán la mitad de una imagen, con temperas y pincel la pintarán a su gusto, al terminar de pintar, doblar de manera que se forme la figura completa.



2. Observa las siguientes pinturas e identifica si son simétricas o no coloreando el círculo, de ser simétricas traza con color el eje de simetría.



SI ES SIMÉTRICO  NO ES SIMÉTRICO



SI ES SIMÉTRICO  NO ES SIMÉTRICO



SI ES SIMÉTRICO  NO ES SIMÉTRICO



SI ES SIMÉTRICO  NO ES SIMÉTRICO



SI ES SIMÉTRICO  NO ES SIMÉTRICO

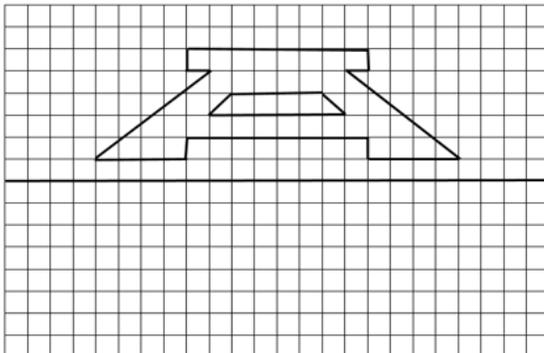
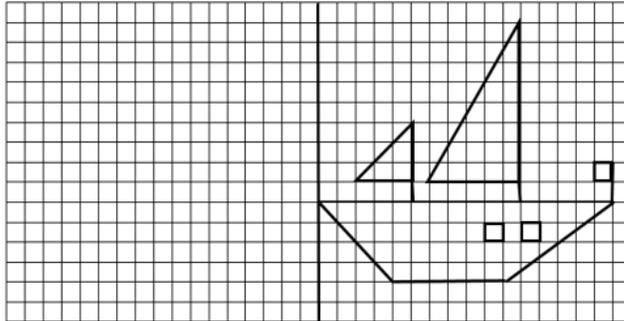


SI ES SIMÉTRICO  NO ES SIMÉTRICO

3. Cada equipo llevará 5 tipos diferentes de flores y expondrán a los demás grupos el nombre de la flor, sus características y si son o no simétricas y ¿por qué?



4. Dibuja el reflejo de cada imagen, teniendo en cuenta el eje.



## Anexo 10. Test de razonamiento

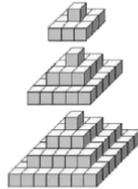
### TEST DE RAZONAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO

Apreciado estudiante a continuación usted presentará un test que mide la capacidad de razonamiento lógico matemático al dar soluciones coherentes a partir de deducciones inductivas, entendiendo conceptos y estableciendo relaciones basadas en la lógica de forma esquemática y técnica. Dicho test consta de 14 preguntas de selección múltiple con única respuesta, para estudiantes con edades comprendidas entre los 10 y 12 años. El tiempo para finalizar el test es de 45 minutos, si el estudiante tiene entre 1 y 5 aciertos: razonamiento lógico matemático bajo; entre 6 y 10 aciertos: razonamiento lógico matemático medio y entre 11 y 14 aciertos: razonamiento lógico matemático alto.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos cubitos formaran la figura más grande, siguiendo el mismo orden de la sucesión?

- A. No se sabe  
B. 165  
C. 81  
D. 84  
E. 130



2. Se colocan 27 cubitos formando un solo cubo, y se pinta cada cara del cubo grande. El número de cubos que tiene 1, 2 y 3 caras pintadas en cada caso, respectivamente es:

- A. 6, 12 y 8  
B. 4, 12 y 8  
C. 10, 6 y 2  
D. 6, 10 y 6  
E. 4, 10 y 8

6. Raúl cumplirá 16 años dentro de 7 meses. ¿cuántos meses le faltan para cumplir 18 años?

- A. 36  
B. 31  
C. 9  
D. 19  
E. 24

7. Si los tres cuartos de un número es 120; ¿cuál es ese número?

- A. 120  
B. 360  
C. 160  
D. 40  
E. No se puede determinar

8. En una bolsa hay pelotas, tres de ellas son rojas y dos son blancas. Al sacar tres pelotas, una es blanca. ¿Cuántas pelotas quedan en la bolsa y de qué color?

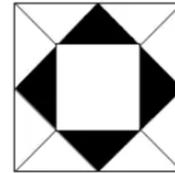
- A. Una blanca y una roja  
B. Dos blancas  
C. Dos rojas  
D. Una blanca  
E. Una roja

9. ¿Cuál es el número que falta en la serie: 3, 10, 8, 15, \_\_\_\_, 20, 18?

- A. 9  
B. 18  
C. 13  
D. 10  
E. 20

3. De acuerdo a la figura de la derecha, ¿qué fracción representa la parte de color negro?

- A.  $\frac{1}{8}$   
B.  $\frac{1}{2}$   
C.  $\frac{4}{13}$   
D.  $\frac{1}{16}$   
E.  $\frac{1}{4}$



4. ¿Cuál es el resultado de la operación?  $4 - 8 + 11 - 9 - 4 + 1 =$

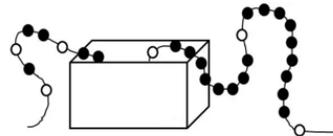
- A. -5  
B. 4  
C. -4  
D. 0  
E. 5

5. ¿cuáles son los  $\frac{2}{3}$  de los  $\frac{3}{4}$  de 20?

- A. 10  
B. 4  
C. 12  
D. 5  
E. 15

10. Observa y analiza la siguiente figura, luego contesta; ¿cuántas perlas negras tiene el collar?

- A. 20  
B. 23  
C. 45  
D. 44  
E. 15



11. Siguiendo un orden lógico el valor del símbolo # es:

- A. 14  
B. 15  
C. 13  
D. 11  
E. 12
- a) ♪ + ☁ - @ = 15  
b) ☁ + ☁ + ☁ + ☁ + ☁ = 35  
c) (6)(@) = 18

12. Una costurera tiene dos listones de longitudes 75 cm y 175 cm y necesita cortar ambos en listones lo más largos posibles y de igual longitud sin que le sobre material. ¿cuál es la medida?

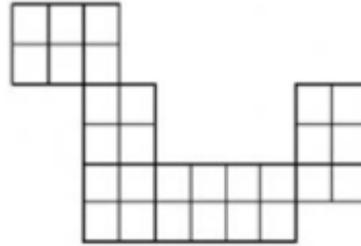
- A. 10 cm  
B. 25 cm  
C. 75 cm  
D. 15 cm  
E. 5 cm

13. Determina los siguientes dos números en la siguiente secuencia: 1, 3, 3, 7, 5, 11, 7, 15, \_\_\_\_, \_\_\_\_

- A. 19, 17  
B. 21, 23  
C. 15, 17  
D. 9, 21  
E. 9, 19

14. ¿cuál es el perímetro de la siguiente figura, si sabemos que cada cuadro tiene de lado 1u?

- A. 53
- B. 40
- C. 32
- D. 36
- E. No se puede determinar



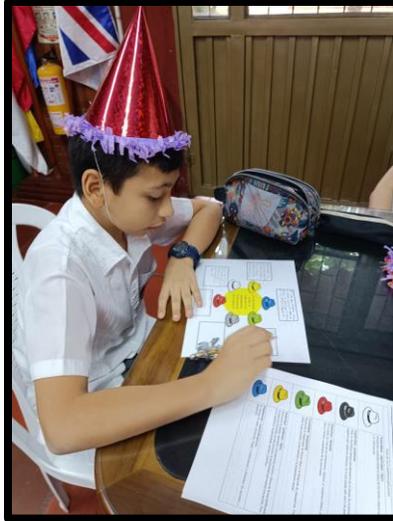
Tomado de: <https://www.thatquiz.org/es/preview?c=gj1phse7&s=p5dwb9>

### Anexo 11. Rubrica de razonamiento

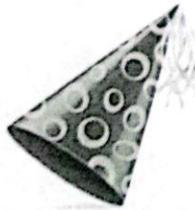
HABILIDAD	NIVELES DE DESEMPEÑO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
<b>CÁLCULOS MATEMÁTICOS</b>	Identifica las operaciones matemáticas sin embargo no aplica correctamente una estrategia para dar solución al ejercicio.	Identifica las estrategias, pero no las aplica de manera adecuada.	Aplica estrategias eficientes y efectivas al resolver cálculos matemáticos.
<b>RAZONAMIENTO INDUCTIVO</b>	No detalla los pasos seguidos y se aprecia desconocimiento en los conceptos matemáticos necesarios.	Detalla los pasos seguidos y muestra un aceptable conocimiento de los conceptos matemáticos.	Detalla los pasos seguidos, relacionando y aplicando en grado <u>optimo</u> los conceptos matemáticos necesarios
<b>RAZONAMIENTO DEDUCTIVO</b>	No identifica conceptos matemáticos en la solución de situaciones.	Identifica conceptos matemáticos, pero no utiliza un lenguaje matemático apropiado para la solución de situaciones.	Identifica conceptos matemáticos y los aplica rigurosamente dando solución a situaciones realizando adecuadamente el procedimiento.
<b>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	No reconoce los datos, sus relaciones ni el contexto del problema, mostrando poca comprensión del mismo.	Reconoce los datos e interpreta la relación entre los mismo, demostrando una comprensión elemental del problema.	Analiza, reconoce e interpreta perfectamente los datos, identificando con certeza lo que se busca y demostrando una absoluta comprensión del problema.
<b>PATRONES Y RELACIONES</b>	No identifica el patrón de una secuencia.	Identifica al menos un patrón de la secuencia.	Identifica y relaciona correctamente los patrones de una secuencia.

**Anexo 12. Registro fotográfico**





**Anexo 13. Algunos productos**

 <b>COLEGIO COLOMBO INGLÉS</b> <small>*Formamos con Calidad Humana y Excelencia Académica*</small>		
SÓLIDO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS PLANAS QUE LO COMPONEN
	un poco pesada y circular, es de color naranja	Círculo y triángulo
	Es blandita y no es pesada, es de color café	Círculo rectángulo
	Es cuadrada, de color café	Rectángulo cuadrado
	Es blando y poco pesado, es verde y naranja	Triángulo Círculo



## COLEGIO COLOMBO INGLÉS

"Formamos con Calidad Humana y Excelencia Académica"

NIT. 800.072.972-4

Código DANE: 341001004648 Código ICFES: 068254

Aprobación según resolución No. 077 de Noviembre 29 de 2004  
Preescolar, Primaria y Secundaria

8	Suarez	(6,5) (3,2) (6,3)	3/36
9	Catalina	(3,2) (5,3)	2/36
10	Felipe	(6,3) (4,2) (6,5) (4,3)	4/36
11	Meliana	(4,2) (5,4)	2/36
12	Suarez	(2,1) (3,1)	2/36

2. El primer estudiante de la columna "NOMBRE" empieza lanzando los dados; la suma de los valores obtenidos del lanzamiento se registra en la columna de "POSIBILIDADES" y se marca en la tabla, dando al estudiante que corresponde esta suma un punto y el turno para el siguiente al lanzamiento y se repite el mismo proceso hasta que uno de los estudiantes llegue a la meta.

2							META
3	✓	✓	✓				
4	✓	✓	✓				
5	✓	✓	✓	✓	✓		
6	✓	✓	✓	✓	✓		
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
8	✓	✓	✓				
9	✓	✓	✓	✓			
10	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓	✓				
12	✓	✓	✓				

3. Al terminar el juego el grupo registra la columna "PROBABILIDAD" teniendo en cuenta los resultados.

### ACTIVIDAD 4

El líder de cada equipo socializará la siguiente pregunta: ¿por qué las probabilidades en las actividades anteriores fueron distintas en cada grupo si tenían los mismos materiales?

Rta: porque al tirar un dado siempre sera aleatorio como todas las actividades no se puede predecir



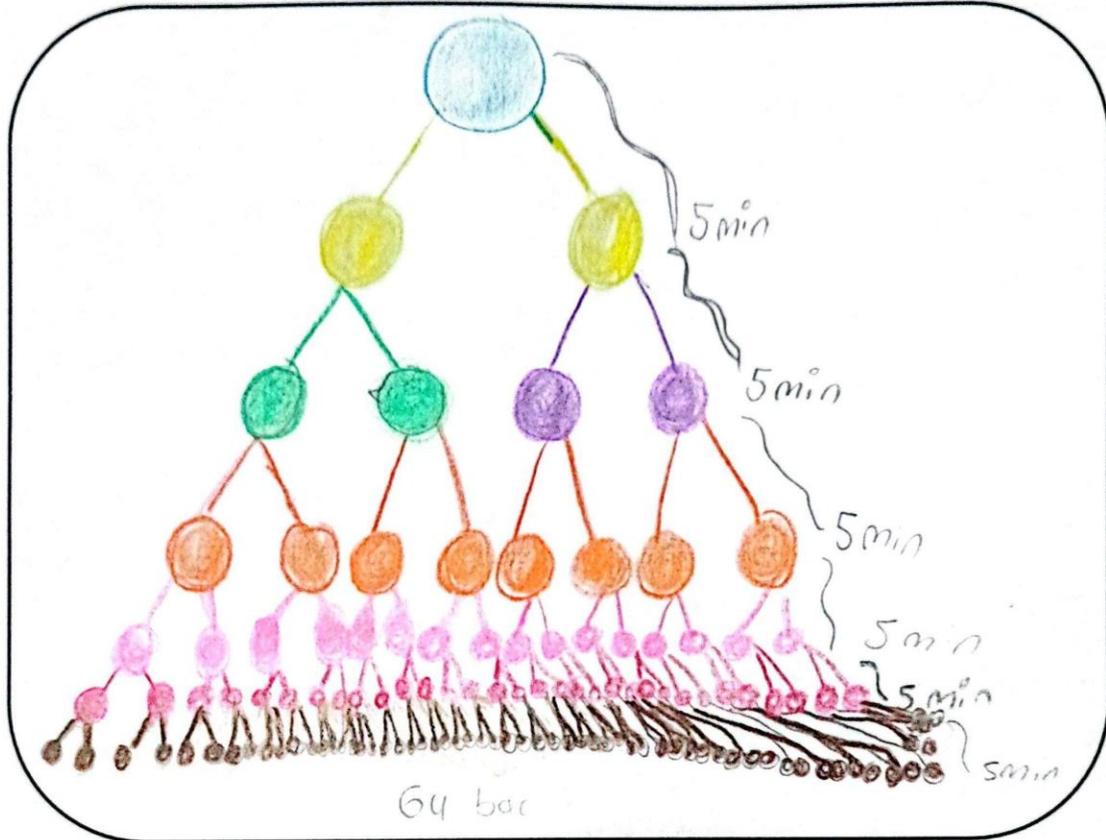
## COLEGIO COLOMBO INGLÉS

"Formamos con Calidad Humana y Excelencia Académica"

NIT: 800.072.972-4

Código DANE: 341001004848 Código ICATES: 066254

Aprobación según resolución No. 077 de Noviembre de 2004  
Preescolar, Primaria y Secundaria



### ACTIVIDAD 2

Basado en la actividad 1, responde la siguiente rutina de pensamiento de la siguiente manera:

1. La docente entrega una rutina de pensamiento a cada estudiante del grupo base para que plasme sus ideas a partir de la observación y análisis del ejercicio realizado anteriormente
2. Posteriormente se reunirán en parejas dentro del grupo de base, para realizar el mismo ejercicio con el propósito de corregir errores, ampliar respuestas e incluso obtener nuevas conclusiones
3. Por último, se unen los cuatro miembros de los grupos de base para consensuar las respuestas y unificar sus criterios.

