



BENEMÉRITA Y CENTENARIA ESCUELA NORMAL DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.

TITULO: Visualización y significado de los fractales desde la modelación de sucesiones con apoyo de GeoGebra

AUTOR: Jessica Daniela Valerio Rodríguez

FECHA: 7/15/2026

PALABRAS CLAVE: Visualización, Sucesiones, Fractales, Representaciones semióticas y GeoGebra

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE GOBIERNO DEL ESTADO
SISTEMA EDUCATIVO ESTATAL REGULAR
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
INSPECCIÓN DE EDUCACIÓN NORMAL

**BENEMÉRITA Y CENTENARIA
ESCUELA NORMAL DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ**

GENERACIÓN

2022



2026

**“VISUALIZACIÓN Y SIGNIFICADO DE LOS FRACTALES DESDE LA
MODELACIÓN DE SUCESIONES CON APOYO DE GEOGEBRA”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS
MATEMÁTICAS**

PRESENTA:

JESSICA DANIELA VALERIO RODRIGUEZ

ASESOR (A):

DRA. DIANA SARAIT GÓMEZ LEAL

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

JULIO 2026



**BENEMÉRITA Y CENTENARIA ESCUELA NORMAL DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ
CENTRO DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

**ACUERDO DE AUTORIZACIÓN PARA USO DE INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO
RECEPCIONAL EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA BECENE DE ACUERDO A LA
POLÍTICA DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

**A quien corresponda.
PRESENTE. –**

Por medio del presente escrito JESSICA DANIELA VALERIO RODRIGUEZ
autorizo a la Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí, (BECENE) la
utilización de la obra Titulada:

**"VISUALIZACIÓN Y SIGNIFICADO DE LOS FRACTALES DESDE LA MODELACIÓN DE
SUCESIONES CON APOYO DE GEOGEBRA."**

en la modalidad de: Tesis de Investigación

para obtener el

Título de LICENCIADA EN ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

en la generación 2022-2026 para su divulgación, y preservación en cualquier medio, incluido el
electrónico y como parte del Repositorio Institucional de Acceso Abierto de la BECENE con fines
educativos y Académicos, así como la difusión entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras
personas, sin que pueda percibir ninguna retribución económica.

Por medio de este acuerdo deseo expresar que es una autorización voluntaria y gratuita y en
atención a lo señalado en los artículos 21 y 27 de Ley Federal del Derecho de Autor, la BECENE
cuenta con mi autorización para la utilización de la información antes señalada estableciendo que se
utilizará única y exclusivamente para los fines antes señalados.

La utilización de la información será durante el tiempo que sea pertinente bajo los términos de los
párrafos anteriores, finalmente manifiesto que cuento con las facultades y los derechos
correspondientes para otorgar la presente autorización, por ser de mi autoría la obra.

Por lo anterior deslindo a la BECENE de cualquier responsabilidad concerniente a lo establecido en
la presente autorización.

Para que así conste por mi libre voluntad firmo el presente.

En la Ciudad de San Luis Potosí, S.L.P. a los 07 días del mes de JULIO de 2026.

ATENTAMENTE.

JESSICA DANIELA VALERIO RODRIGUEZ

Nombre y Firma

AUTOR DUEÑO DE LOS DERECHOS PATRIMONIALES



BECENE-SA-DSE-RT-PO-01-05

Revisión 2

Administrativa

Dictamen Aprobatorio del
Documento Recepcional

San Luis Potosí, S.L.P., a 22 de Junio del 2026

Los que suscriben, tienen a bien

DICTAMINAR

que el(la) alumno(a): C. VALERIO RODRIGUEZ JESSICA DANIELA
De la Generación: 2022 - 2026

concluyó en forma satisfactoria y conforme a las indicaciones señaladas en el Documento Recepcional en la modalidad de () Ensayo Pedagógico, () Informe de Prácticas Profesionales, () Portafolio Temático, (X) Tesis de Investigación, () Tesina, () Portafolio de Evidencias.

Titulado:

VISUALIZACIÓN Y SIGNIFICADO DE LOS FRACTALES DESDE LA MODELACIÓN DE SUCESIONES
CON APOYO DE GEOGEBRA

Por lo anterior, se determina que reúne los requisitos para proceder a sustentar el Examen Profesional que establecen las normas correspondientes, con el propósito de obtener el Título de Licenciado(a) en ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

ATENTAMENTE COMISIÓN DE TITULACIÓN

DIRECTORA ACADÉMICA



DIRECTORA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SISTEMA EDUCATIVO ESTATAL REGULAR
BENEMÉRITA Y CENTENARIA
ESCUELA NORMAL DEL ESTADO

MTA. VIANEY COVARRUBIAS CERVANTES

MTA. FÁTIMA GUADALUPE FABIÁN VANEGAS

RESPONSABLE DE TITULACIÓN

ASESOR DEL DOCUMENTO RECEPCIONAL

MTRO. GERARDO JAVIER GUEL CABRERA

DRA. DIANA SARAIT GÓMEZ LEAL



DEDICATORIA

A mi familia, la familia Valerio Rodriguez, de la cual agradezco todo el apoyo que me han brindado durante esta etapa.

A mi papá Gerardo Valerio Gamez, de quien más he recibido su apoyo incondicional durante toda mi vida, otorgándome una nueva oportunidad para poder estudiar en la carrera que realmente quería y aun en los momentos más difíciles está conmigo.

A mi mamá, Maria Magdalena Rodriguez Villalpando, por sus sabios consejos, por su manera de preocuparse por mí y su amor como madre.

A mis hermanos, Alejandra y Gerardo, que siempre que he necesitado algún consejo me lo han brindado y sobre todo por todos los momentos juntos que hemos pasado como hermanos divirtiéndonos como familia.

Y a mi bebe, quizás no estas aun físicamente aquí conmigo, pero muy pronto estarás entre mis brazos y créeme que solo por ti, todo este esfuerzo habrá valido la pena. Te convertiste en mi principal razón para salir adelante y querer darlo todo por una persona. Muchas personas esperan tu llegada, principalmente yo, tu MAMÁ.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que formaron parte de mi vida durante esta etapa, porque cada una de ellas me brindo nuevas experiencias que siempre conservare y que me servirán siempre.

A mi familia, que son un pilar muy importante para mí, tanto mis padres como mis hermanos, lograron apreciar cada una de mis vivencias durante mi trayectoria en la escuela, brindándome de sus consejos y apoyo incondicional. Su amor y cariño principalmente.

A mi perrito Coffee, que siempre me acompaño en los momentos más estresantes de la carrera, queriendo que le brindara amor y cariño.

A mi asesora de tesis, la Dra. Diana Sarait Gómez Leal, asesora de este trabajo, quien siempre me brindo toda su experiencia profesional, sus conocimientos y su paciencia para la realización de este trabajo.

Finalmente, agradezco al anime de One Piece por enseñarme excelentes lecciones de vida en los momentos más difíciles “No pienses solo en lo que has perdido, lo perdido no se puede recuperar, piensa en lo que aún conservas”.

RESUMEN

El presente trabajo surge de la problemática de que la enseñanza tradicional da prioridad a los procedimientos algebraicos y la memorización, dejando de lado la visualización y la comprensión de las representaciones visuales dentro de la rama de la geometría. Además, analiza cómo el uso de fractales y herramientas tecnológicas favorecen el aprendizaje de las sucesiones matemáticas en estudiantes de secundaria. Este estudio se fundamenta en la Teoría de las Representaciones Semióticas de Raymond Duval, la Modelación Matemática y la metodología ACODESA, con el propósito de fortalecer la transición entre representaciones algebraicas y visuales. Se implementó una investigación-acción con enfoque cualitativo en un grupo de segundo grado de secundaria, aplicando una secuencia didáctica de ocho sesiones en las que se decidió utilizar fractales naturales, actividades creativas y el software GeoGebra. Los resultados obtenidos sobre la incorporación de fractales dentro de la enseñanza de sucesiones, incrementó el interés, la creatividad y la capacidad de los estudiantes para reconocer patrones, interpretar sucesiones y establecer relaciones entre distintas representaciones matemáticas. Asimismo, el uso de recursos tecnológicos promovió un aprendizaje más significativo, participativo y contextualizado. En donde se incluyó la integración de fractales y herramientas digitales como una estrategia didáctica innovadora que fortalece el pensamiento geométrico.

Palabras clave: Visualización, Sucesiones, Fractales, Representaciones Semióticas y GeoGebra.

ABSTRACT

This study arises from the problem that traditional mathematics instruction prioritizes algebraic procedures and memorization, while overlooking visualization and the understanding of mathematical representations within the field of geometry. It also examines how the use of fractals and technological tools enhances the learning of mathematical sequences among secondary school students.

The research is grounded in Raymond Duval's Theory of Semiotic Representations, Mathematical Modeling, and the ACODESA methodology, with the aim of strengthening the transition between algebraic and visual representations. An action research study with a qualitative approach was conducted with a group of second-year secondary school students through the implementation of an eight-session didactic sequence that incorporated natural fractals, creative activities, and the GeoGebra software.

The findings showed that incorporating fractals into the teaching of sequences increased students' interest, creativity, and ability to recognize patterns, interpret sequences, and establish connections among different mathematical representations. Furthermore, the use of technological resources promoted more meaningful, participatory, and contextualized learning. The study concludes that integrating fractals and digital tools constitutes an innovative teaching strategy that strengthens students' geometric thinking and supports a deeper understanding of mathematical concepts.

Keywords: Visualization, Sequences, Fractals, Semiotic Representations, and GeoGebra.

Índice

Introducción	10
I. Planteamiento del problema	14
1.1 Descripción de la problemática.	14
1.1.1 Problemática a nivel nacional.	14
1.1.2 Cambios en la geometría.	15
1.1.3 Mundo actual con fractales.	16
1.2 Pregunta de investigación	18
1.2.1 Pregunta de investigación general	18
1.2.2 Preguntas de investigación específicas	18
1.3 Objetivos.	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 Justificación	19
1.5 Marco contextual.	21
1.6 Antecedentes.	23
1.6.1 Visualización.	23
1.6.2 Fractales.	26
1.6.3 Sucesiones.	29
1.6.4 Sucesiones y fractales.	30
II. Marco teórico.	32
2.1 Teoría de representaciones semióticas.	32
2.2 Modelación matemática	35

III. Metodología.	40
3.1 Investigación acción.	40
3.2 Enfoques en una investigación.	42
3.2.1. Enfoque cualitativo.	43
3.3 Etapas de ACODESA.	44
IV. Análisis previo	47
5.1 Puntos clave del Plan de acción	57
5.2 Estructura del Plan de acción	57
5.3 Secuencia didáctica de acuerdo con ACODESA.	58
VI. Análisis e interpretación de los resultados	70
6.1 Sesión 1 ¿Fractales?	70
6.2 Sesión 2: Existencia de fractales y su aplicación matemática	72
6.3 Sesión 3: No todo es números y letras	74
6.4 Sesión 4: Diversos tipos de representaciones	81
6.5 Sesión 5: Fractales de papel	92
6.6 Sesión 6: La creación de fractales por sucesiones exponenciales	96
6.7 Sesión 7 y 8: Fractales con Geogebra	97
6.8 Resultados finales	99
VII. Conclusiones	110
VIII. Referencias	114

Introducción

A lo largo de los años se han realizado diversas investigaciones sobre la enseñanza de las matemáticas, pero son pocos los estudios que consideran a los fractales definidos por el doctor Benoît Mandelbrot en 1975 como algo fragmentado, interrumpido, discontinuo e irregular. Como un tema potencial en el desarrollo de habilidades cognitivas donde los estudiantes puedan relacionar formas, figuras y estructuras que se encuentren dentro de su contexto escolar y social. (Chavil 2020)

Actualmente vivimos en un mundo que se encuentra en constante cambio, lo cual significa que el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas también debe de ir cambiando y mejorando con el tiempo.

El problema identificado dentro de esta investigación es la dificultad que tienen los estudiantes de secundaria para transitar de representaciones algebraicas a representaciones visuales y viceversa, esto se nota en que, la enseñanza tradicional se encuentra basada en la memorización de conceptos y no tanto que el estudiante logre un aprendizaje significativo y contextual, llevándolo a relacionar las matemáticas solo con números y letras. Principalmente porque los profesores de matemáticas le otorgan un mayor peso a lo procedimental que a lo visual, dejando esta área poco explorada y manipulada. Además, los fractales es un tema que no se considera a nivel de secundaria a pesar de tener varios beneficios en el desarrollo de habilidades cognitivas y pensamiento crítico en los estudiantes.

Por esta razón, se decidió emplear el uso de fractales en la enseñanza y aprendizaje de sucesiones con los estudiantes de la Escuela Secundaria General Potosinos Ilustres, donde se decidió trabajar con un grupo siendo así un caso único, implementando la metodología de ACODESA (Aprendizaje Colaborativo, Debate Científico y Autorreflexión) para la construcción de conocimiento.

El papel fundamental que tiene la visualización dentro del proceso de resolución de problemas, implica descubrir las diferentes representaciones que se encuentran dentro de una problemática para brindarle una determinada solución. Enfocándose en explorar e indagar las habilidades cognitivas y creativas de cada uno de los estudiantes de secundaria.

Este tipo de trabajo se encuentra fundamentado por la Teoría de Representaciones Semióticas de Duval, la cual tiene un enfoque semiótico que surge por la dificultad en la comprensión del lenguaje matemático y la necesidad de recurrir a otro tipo de representaciones y la Modelación Matemática como un proceso para poder interpretar situaciones de la vida real y así poder adaptarlas a representaciones matemáticas que puedan ser analizadas y comprendidas, con el propósito de otorgarles una respuesta. Ambos permiten lograr el diseño de actividades creativas, tecnológicas y accesibles al contexto de los estudiantes, obteniendo un incremento en el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos.

El propósito de esta investigación es analizar el proceso de visualización de las sucesiones, con el apoyo de una herramienta tecnológica (Geogebra), que sirva como apoyo al momento de enseñar el contenido de sucesiones y los alumnos comprendan que dentro de las matemáticas, se pueden realizar distintos tipos de representaciones semióticas que los lleven a la resolución de un determinado problema y no solamente se queden con la idea que esta ciencia solo involucra números y letras.

La importancia de realizar este tipo de investigación recae en incorporar los fractales dentro de la enseñanza de las matemáticas porque poseen una versatilidad educativa que cuando son utilizados como herramientas permiten a los estudiantes visualizar y manipular ideas complejas, hasta llegar a estimular su curiosidad y creatividad dentro de esta disciplina. Convirtiéndose en un apoyo en el tema de

sucesiones, obteniendo que los estudiantes realicen sus propias representaciones para determinadas problemáticas que sean relacionadas con su vida cotidiana, por medio de la implementación de una herramienta tecnológica, en este caso GeoGebra, que es un tipo de software matemático dinámico destinado a distintos niveles educativos utilizado mayormente para geometría, álgebra, estadística.

El presente documento se encuentra dividido en VII capítulos los cuales serán desglosados con detalle, con la finalidad de aportar un nuevo acontecimiento dentro del campo científico de la educación básica.

En el **capítulo I** se encuentra la descripción de la problemática que engloba diversos aspectos como: cambios en la geometría y el mundo actual con fractales. donde se exponen las principales razones por las cuales se identifica que existe como tal un problema y la justificación del presente trabajo. Dentro de este mismo capítulo se podrá encontrar la pregunta de investigación, acompañada de preguntas específicas ligadas con el objetivo general y objetivos específicos ante la problemática detectada. Se incluye una descripción del contexto en que se realiza la investigación, junto con los correspondientes antecedentes sobre todos los estudios que se han realizado con anterioridad sobre algunos aspectos alrededor de este tema como: la visualización, sucesiones, fractales, y su combinación.

Dentro del **capítulo II** se podrá encontrar información correspondiente al Marco Teórico, sobre las investigaciones basadas en representaciones semióticas de Raymond Duval y la modelación matemática, en donde ambas son retomadas desde su origen, así como sus características y principales aportaciones dentro de la educación, así como la relación con esta investigación.

En el **capítulo III**, se encuentra la metodología que fue aplicada durante el desarrollo de esta investigación, la cual engloba aspectos sobre la investigación acción

y su tipo de enfoque cualitativo, junto sus sujetos de investigación que son los alumnos y la docente en formación. Así como el tipo de metodología que fue seleccionada para este documento que se basa en ACODESA donde se brinda una explicación sobre lo que significa, representa, sus etapas y la importancia que tiene en el campo educativo.

Posteriormente se encuentra el **capítulo IV** en el cual se desglosa el diagnóstico que fue aplicado con el grupo de educación secundaria, en donde se brinda un análisis de los resultados obtenidos junto con su correspondiente interpretación, para poder dar paso al desarrollo e implementación de un plan de acción.

En el **capítulo V** se encuentra el desglose del plan de acción que fue diseñado para dar solución a la problemática detectada que se menciona dentro de este documento. Aquí se podrá encontrar tanto su estructura como su secuencia didáctica.

En el **capítulo VI** se podrá visualizar un análisis de los resultados obtenidos después de que fue aplicado el plan de acción, así como sus correspondientes evidencias de los trabajos y actividades que fueron desarrollados por los estudiantes con la finalidad de brindar una respuesta a la problemática detectada que lleven a la reflexión de saberes y conocimientos de los estudiantes de secundaria.

Finalmente, en el **capítulo VII** se encontrarán las conclusiones a las cuales se llegó después de todo el desarrollo de este proceso de investigación, dando los resultados correspondientes de dicho proceso, junto con todas sus observaciones e implicaciones que tuvo durante su desarrollo.

I. Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la problemática.

La enseñanza de una geometría tradicional provoca un enfoque deductivo priorizando la memorización de conceptos, fórmulas y teoremas. Limitando acceder al conocimiento geométrico mediante la manipulación, el tacto, la vista y el dibujo, los cuales le permiten al estudiante familiarizarse por el entorno que lo rodea mediante figuras, formas y movimientos abstractos (Hitt, 1998). Por esta razón, el presente capítulo tiene como finalidad dar a conocer la principal problemática detectada dentro de esta investigación.

1.1.1 Problemática a nivel nacional.

El estudio de la geometría en México comienza desde la educación básica porque es una de las ramas de las matemáticas que mayormente se encuentra presente en el currículo escolar, cuyo propósito es que los estudiantes logren alcanzar las competencias del perfil de egreso y desarrollen un pensamiento geométrico que les permita resolver problemáticas con base a su nivel educativo.

Sin embargo, las últimas evaluaciones realizadas en México 2022 han demostrado que existen dificultades al momento de resolver problemas matemáticos, especialmente un estudio realizado por el Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) encargado de evaluar los conocimientos y habilidades que poseen los estudiantes de 15 años, dio como resultado que una gran parte de los alumnos bajo su rendimiento académico en el área de matemáticas, incluso aquellos estudiantes de alto rendimiento.

Sinclair y Bruce (2015) refieren que esta problemática surge porque la matemática escolar prioriza enseñar cuestiones aritméticas y algebraicas cuando se

están enseñando temas geométricos, dejando a un lado aspectos como la visualización, razonamiento geométrico, pensamiento espacial.

Este tipo de situación provoca que la geometría escolar no da la oportunidad que se desarrolle un adecuado pensamiento geométrico en los estudiantes, porque prioriza el dominio de conceptos, técnicas y algoritmos, en donde en el mejor de los casos se cree que el utilizar diagramas, gráficos o figuras ya contribuye al progreso de habilidades geométricas.

1.1.2 Cambios en la geometría.

El estudio de la geometría a través de los años ha sufrido diversas modificaciones, en donde Duval (1998) citado en Torregrosa y Quesada (2007) menciona que el problema básico al momento de enseñar geometría recae en 3 principales puntos:

1. Que la habilidad geométrica conlleva 3 clases de procesos cognitivos que son la visualización, el razonamiento y la construcción.
2. Cada uno de estos procesos cognitivos debe de desarrollarse de forma individual.
3. Que dentro del currículo escolar se realice el proceso de diferenciación entre visualización y razonamiento al momento de enseñar geometría y no dejarlo a un lado.

El autor hace referencia a cómo al paso de los años se ha ido dejando a un lado la parte de la visualización al momento de enseñar geometría, dándole prioridad a otro tipo procedimientos algebraicos. Esto no significa que lo geométrico esté peleado con lo algebraico, sino que a cada uno de ellos le corresponden ciertos aspectos al momento de enseñar matemáticas, principalmente porque permite el desarrollo de habilidades únicas en los estudiantes.

Hitt (1998) menciona que los profesores de matemáticas les dan más prioridad a los procesos algebraicos que a los visuales, porque dentro de las evaluaciones solo miden procesos algebraicos. Los estudios desarrollados que fueron desarrollados por este autor analizan el papel de la visualización dentro de la resolución de problemas y actividades de interpretación y conversión que involucren diferentes registros de representación (gráfico, algebraico, numérico y verbal), especialmente en contenidos relacionados con funciones, variación y geometría analítica. En muchas de las ocasiones, se deja a un lado la parte de la visualización de un tema creyendo que solo con la parte algebraica es más que suficiente, pero la realidad es que, al no analizar esta parte, se pierden varios conocimientos y habilidades que el estudiantado pueda desarrollar en esta área de las matemáticas.

Además, es importante utilizar herramientas tecnológicas que le permitan al docente facilitar los conocimientos que quiere transmitir a sus estudiantes y que no solo queden como algo momentáneo, sino que también los alumnos aprendan a identificar en qué situaciones de su vida diaria pueden utilizarlos y cómo darles ese uso.

1.1.3 Mundo actual con fractales.

Los fractales son considerados como algo fragmentado, interrumpido, discontinuo e irregular, que fueron introducidos por el doctor Benoît Mandelbrot en 1975, los cuales permiten el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes para el fortalecimiento de su pensamiento crítico (Chavil, 2020).

Sin embargo, Chavil (2020) identificó que, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría, el término fractal no se introduce dentro de la educación secundaria a pesar de tener un gran potencial de conocimientos matemáticos y aplicabilidad en diversos contextos.

Además, menciona que la geometría fractal permite el desarrollo de habilidades cognitivas donde los estudiantes puedan relacionar formas, figuras y estructuras de su vida cotidiana, que sean aplicables en distintas disciplinas como ingeniería, ciencias y artes, fomentando el pensamiento crítico y abstracto de los alumnos.

Debido a todos los puntos mencionados anteriormente, se puede observar que existe una problemática dentro del campo de las matemáticas, en donde se prioriza la enseñanza de aspectos algebraicos sobre los geométricos, lo cual ocasiona que los estudiantes no alcancen un adecuado desarrollo del pensamiento geométrico. Además, la implementación de fractales dentro de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas ayuda al fortalecimiento del pensamiento crítico y abstracto, lo cual se convierte en un punto de apoyo en la enseñanza de sucesiones.

Asimismo, el empleo de la tecnología educativa según Serrano (2016) permite el desarrollo de competencias en los alumnos al momento de utilizar herramientas tecnológicas durante el proceso de enseñanza con la finalidad de lograr adquirir nuevos conocimientos que les sirvan en su vida cotidiana.

Es por ello que este tipo de problemática, donde actualmente las sucesiones es más algebraico que gráfico y que de hecho los fractales, ni siquiera forman parte del programa sintético de educación secundaria, lo cual ha provocado un aprendizaje memorístico dejando a un lado la visualización de aspectos geométricos. Esto se pretende mejorar por medio de la implementación de una propuesta didáctica para la enseñanza de sucesiones (con progresión aritmética) empleando fractales y apoyándose con Geogebra.

1.2 Pregunta de investigación

A partir de la problemática detectada y del contexto del cual se deriva, es necesario plantearse una pregunta de investigación que sirva como punto de partida en todo este proceso de indagación. El cual tendrá como finalidad establecer la relación que existe entre una representación algebraica del objeto matemático y su representación visual, dentro de una sucesión. A continuación, se presenta la pregunta de investigación general junto con sus preguntas específicas para el desarrollo de la presente investigación:

1.2.1 Pregunta de investigación general

¿Cómo es que la visualización de fractales influye en el aprendizaje de sucesiones y sus representaciones en los procesos algebraicos?

1.2.2 Preguntas de investigación específicas

1. ¿De qué manera la implementación de fractales ayuda a fortalecer la motivación e interés de los estudiantes dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas?
2. ¿Qué efecto tiene el proceso de conversión de un objeto matemático a una representación visual y viceversa, empleando una herramienta tecnológica?

1.3 Objetivos.

Considerando las preguntas de investigación redactadas con anterioridad, se establecen los siguientes objetivos de investigación que serán los encargados de guiar y alcanzar el propósito del presente estudio.

1.3.1 Objetivo general

Analizar el proceso de visualización del objeto matemático de las sucesiones, con el apoyo de una herramienta tecnológica.

1.3.2 Objetivos específicos

- **Diagnosticar** el nivel de conocimientos previos que poseen los estudiantes de segundo año de secundaria con relación al proceso de visualización de lo algebraico a lo visual, mediante la aplicación de una prueba diagnóstica específica que demuestre las fortalezas y debilidades que se encuentran en los alumnos.
- **Diseñar y aplicar** una secuencia didáctica que permita fortalecer el proceso de visualización utilizando una herramienta tecnológica con los estudiantes de segundo año de secundaria.
- **Analizar** el impacto que tiene el uso de una herramienta tecnológica como un apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
- **Interpretar** la importancia y significado de los fractales dentro del contexto cotidiano de los estudiantes, por medio de la manipulación de su propio conocimiento.

1.4 Justificación

Dentro de este documento se pretende brindar un lugar significativo dentro de los contextos escolares al tema de “Fractales” donde se vean involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría con estudiantes de secundaria. Principalmente porque el concepto de fractal no se ha introducido como tal dentro de la educación básica.

Chavil (2020) menciona que los fractales al ser una parte de la geometría permiten a los estudiantes desarrollar habilidades cognitivas donde logren relacionar formas, figuras y estructuras de su vida cotidiana, dando lugar al desarrollo de su razonamiento lógico y pensamiento crítico. Por ello, es importante destacar que el estudio de fractales tiene un gran impacto dentro de diversas disciplinas como lo son

las ciencias, ingenierías y artes, pero a pesar de tener un gran potencial se encuentran limitadas a nivel educativo y de investigación.

Es indispensable realizar este tipo de investigación precisamente porque es un área poco explorada y en la cual se pueden obtener muchos beneficios educativos, lo único que hace falta es tener esa iniciativa y determinación para la creación de algo innovador y funcional.

No solamente se busca realizar esta investigación con un fin educativo, sino todo lo contrario, se pretende interrelacionar varios aspectos desde lo matemático, tecnológico, didáctico y artístico, con la finalidad de aportar algo totalmente nuevo a la comunidad educativa a partir de objetos que sin percatarse se encuentran dentro de la vida diaria que son los fractales desde un simple brócoli hasta copos de nieve.

Se tiene la intención que por medio del contenido de sucesiones se logren introducir los fractales a partir de la elaboración de uno, utilizando un tipo de software, donde es indispensable que los profesores conozcan y utilicen este tipo de recursos con el propósito de ser una guía para los estudiantes dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría para ampliar el nivel de conocimientos que tienen y poder aplicarlos en la resolución de problemas.

Está destinada para alumnos de secundaria, en la cual logren desarrollar un significado propio de la utilidad de un fractal dentro de su entorno y cómo a partir de una sucesión se puede generar uno de ellos con herramientas tecnológicas. Lo cual resulta ser muy útil porque permite abordar los conceptos abstractos de la geometría, por medio que los estudiantes sean capaces de visualizar y manipular ideas complejas de una manera más creativa y accesible. Simplemente se busca brindar un nuevo conocimiento matemático que pueda ser aplicado dentro del contexto diario de estudiantes de secundaria por medio de la utilización de herramientas tecnológicas. Y

no olvidar que aunque los fractales no sean muy mencionados dentro de los planes y programas de estudio de educación básica, realmente llegan a tener impacto al desarrollo de habilidades cognitivas de los alumnos dentro del área de la geometría, incluso de otras disciplinas, dando paso a un aprendizaje verdaderamente significativo y colaborativo.

1.5 Marco contextual.

Este apartado tiene como propósito describir el contexto en el que se desarrolla esta investigación, tomando en cuenta sus características geográficas, socioeconómicas y culturales, permitiendo así una mejor comprensión de las condiciones en las que se efectúa este estudio. Este trabajo fue realizado dentro de la comunidad escolar de la Escuela Secundaria General “Potosinos Ilustres” ubicada en calle Fuente del Olimpo #100, colonia Balcones del Valle, C. P. 78369, San Luis Potosí, S.L.P. Con razón social Secretaría de Educación del Gobierno del Estado (SEGE) .

Figura 1.

Escuela Secundaria General “Potosinos Ilustres”



Fuente: Esc. Sec. Gral. Potosinos Ilustres, (s.f.).

<https://deividluna.wixsite.com/califlash/escsecgral-potosinos-ilustres>

Esta institución educativa tiene vías de acceso concurridas pero debido al crecimiento demográfico de casas - habitación quedó muy escondida. Cerca de este

establecimiento se encuentra una tienda de abarrotes, una papelería, una dulcería, panadería “Superior”, el parque Tangamanga I, algunas plazas comerciales como "Citadella" y “Tangamanga”, la Universidad Cruz Roja Mexicana y la Universidad Politécnica.

La colonia Balcones del Valle es considerada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en donde se reciben alumnos principalmente de las colonias de Tierra Blanca, Soledad de Graciano Sánchez, que forman parte de la periferia urbana, presentando características como desintegración familiar, violencia, marginación y drogadicción. Debido a esta situación se cuenta con servicio de dos transportes externos que hacen rutas para trasladar a los alumnos. En comparación del turno matutino en donde la mayoría de los alumnos cuentan con padres con carrera profesional.

Su infraestructura tiene un tipo de alimentación de agua de red pública, con bebederos, luz eléctrica, telefonía fija y conexión a internet. Además, de una cancha techada, baños (tanto para los alumnos como los maestros), 3 edificios, auditorio, biblioteca, teatro abierto, sala de maestros y talleres de informática, dibujo arquitectónico, electricidad, corte y confección, telemática y estructuras metálicas.

Dicha institución cuenta con dos turnos escolares (matutino y vespertino), con 18 grupos en cada uno, tomando en cuenta los tres grados de educación secundaria. Tiene un aproximado de 347 alumnas y 317 alumnos, en donde 217 estudiantes pertenecen a primer grado, 235 a segundo grado y 212 a tercer grado.

La planta docente está conformada por 15 maestras y 3 maestros, en donde 6 de ellos poseen una especialidad de educación en tecnologías, por lo cual, la escuela dispone de un total de 33 computadoras integradas dentro del taller de informática.

Este trabajo fue aplicado con el grupo conformado por 34 estudiantes, quienes se caracterizan por ser un grupo tranquilo, pero poco participativo, algunos de ellos pertenecen a actividades escolares como danza, lo cual implica que se ausenten de las clases. Prefieren actividades que se desarrollen en equipos y muestran una mayor unión entre cada uno de ellos.

1.6 Antecedentes.

En este apartado se presentan diversas investigaciones en relación al tema de estudio, con la finalidad de identificar sus principales aportaciones teóricas y metodológicas, así como las áreas de investigación que existen. Para así, lograr brindar un nuevo conocimiento sobre el tema en cuestión a la comunidad científica.

1.6.1 Visualización.

A nivel internacional, se han desarrollado diversas investigaciones relacionadas con la importancia de la visualización en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Entre ellos, se encuentra el documento teórico titulado “Editors’ Introduction: What Is Mathematical Visualization?” realizado por Zimmermann y Cunningham en 1991, en el cual se menciona el papel importante que tiene la visualización como un proceso clave para el desarrollo de un aprendizaje significativo dentro de las matemáticas. Además, de hacer una mención específica en cómo la visualización ha ido avanzando con el apoyo de las nuevas tecnologías.

Davis y Anderson (1979) citado en Zimmermann y Cunningham (1991) señalaron:

Las matemáticas tienen elementos espaciales y cinestésicos; elementos aritméticos o algebraicos; elementos verbales y programáticos. Tienen elementos lógicos y didácticos, así como elementos intuitivos, o incluso contraintuitivos... Colocar un énfasis

excesivo en uno de estos elementos rompe el equilibrio, empobrece la ciencia y representa un potencial no realizado... No debemos bloquear ningún modo de experiencia o pensamiento. (pág. 2).

Por esta razón, es importante reflexionar sobre la manera en que se enseñan las matemáticas, porque no solamente implica procesos algebraicos o aritméticos, va de la mano con otro tipo de procesos que incluyen la visualización de un problema y la didáctica con la que se enseña.

Las matemáticas se pueden realizar de diversas formas, tomando en consideración la forma de pensar, sentir e incluso de experimentar de cada persona. Principalmente porque toma en cuenta diversos aspectos como: lo visual, números, fórmulas, símbolos, razonamiento, demostraciones, etc. Que en conjunto logran un aprendizaje significativo para el alumno.

Por ello, es importante reflexionar si realmente solo utilizando métodos de memorización y procedimientos mecánicos en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, se está logrando como tal la adquisición de un nuevo conocimiento por parte del estudiante.

Zimmermann y Cunningham (1991) mencionan que la visualización es un proceso que se realiza para alcanzar la comprensión de un problema por medio de la creación de imágenes con lápiz y papel, mentales o incluso en la actualidad, usando la tecnología, con representaciones bidimensionales o tridimensionales. Se debe dejar en claro que ver no precisamente significa comprender, porque es todo un proceso que se debe de realizar hasta llegar a la verdadera adquisición de un nuevo conocimiento.

Por otro lado, Hitt (1998) realizó una investigación titulada “Visualización matemática, representaciones, nuevas tecnologías y curriculum” dicho documento tiene como objetivo demostrar la importancia de la visualización dentro de la

formación de conceptos matemáticos. A partir de los sistemas semióticos donde identifica que existe una problemática en estudiantes de nivel medio superior y de primer año de universidad para lograr una articulación coherente entre los sistemas de representación relacionados a conceptos propios de su nivel educativo.

Duval (1993) citado en Hitt (1998) señala que es necesario que el estudiante logre representar de dos formas diferentes un objeto matemático. Además, se mencionan las ventajas de utilizar la visualización como una herramienta para el aprendizaje de las matemáticas pero que a su vez tener cuidado en la manera en que se emplea porque el mal uso de interpretaciones de objetos matemáticos puede generar problemas en la resolución de algún problema. Se debe de considerar siempre ser paciente con los alumnos cuando se está enseñando un nuevo contenido matemático.

Actualmente se le ha dado importancia en que por medio de un problema se logren generar imágenes mentales que ayuden a promover el aprendizaje de las matemáticas y así se desarrolle la habilidad de la visualización.

De manera general, Hitt (1998) dice que la enseñanza de las matemáticas siempre ha sido algorítmico-algebraico, esto quiere decir que el profesorado se enfoca principalmente en una enseñanza de procedimientos algebraicos haciendo a un lado las interpretaciones visuales y al momento de aplicar algún tipo de examen solo se suele evaluar lo procedimental.

Además, Zimmermann y Cunningham (1990) citados en Hitt (1998) mencionan lo siguiente: “Visualizar un diagrama significa simplemente formar una imagen mental del mismo, pero visualizar un problema significa entenderlo en términos de un diagrama o una imagen visual. La visualización matemática es el proceso de formación de imágenes (mentalmente, o con lápiz y papel, o con la ayuda de

tecnología) y el uso de tales imágenes en forma efectiva para el descubrimiento matemático y el entendimiento”.

Por esta razón, dentro de este documento se toma en cuenta la importancia que tiene la visualización de problemas matemáticos que no solamente implican procesos algebraicos si no que va de la mano con las interpretaciones visuales que se tienen de él, por medio del lápiz y papel o incluso por el apoyo de herramientas tecnológicas.

1.6.2 Fractales.

El término “fractal” fue introducido en 1975 por el doctor Benoît Mandelbrot, profesor de la Universidad de Yale, considerado como el padre de la geometría fractal, el cual los definió como algo fragmentado, interrumpido, discontinuo e irregular. (Chavil 2020).

A nivel internacional, se han realizado diversas investigaciones relacionadas al estudio de fractales, uno de ellos es el de “Fractales con material concreto: Impacto en el proceso de enseñanza aprendizaje” elaborado por Zambrano Cobeña y Zambrano Solorzano en 2024, en donde se menciona la importancia de integrar los fractales dentro del proceso de enseñanza, porque permite comprender conceptos geométricos abstractos y relacionar las matemáticas con la naturaleza.

El principal objetivo de esta investigación fue analizar el impacto de utilizar fractales con material concreto durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes. En donde se utilizó un enfoque descriptivo y mixto, utilizando una metodología que incluye revisión de bibliografía y una investigación de campo en el cual se obtuvo como resultado que la utilización de material concreto en la enseñanza de los fractales potencializa las competencias matemáticas de los alumnos.

Por ello, Zambrano J. y Zambrano T. (2024) mencionan la importancia que tiene introducir el tema de fractales dentro de la educación secundaria porque no solamente implica una exposición de figuras complejas, también involucra la integración de conceptos y estructuras matemáticas que pueden ser interrelacionadas con otras disciplinas.

Los fractales poseen una versatilidad educativa que cuando son utilizados como herramientas permiten a los estudiantes visualizar y manipular ideas complejas, hasta llegar a estimular su curiosidad y creatividad dentro de la disciplina de las matemáticas. Aunque en ocasiones no se logren identificar a simple vista, los fractales poseen una gran presencia dentro de la naturaleza, desde las ramificaciones de los árboles hasta los vasos sanguíneos de los seres vivos.

Por esta razón, Ferreira (2024) refiere que la integración de fractales dentro del contexto educativo ayuda a crear una nueva perspectiva pedagógica, la cual permite explorar y entender la complejidad de las ciencias exactas de una forma más interesante. También es importante que los docentes sean expertos en utilizar las nuevas tecnologías en favor de la educación, especialmente porque ya son herramientas que están en constante interacción con los seres humanos y no verlas como un obstáculo, sino aprovecharlas para un beneficio educativo.

A nivel nacional, se desarrolló una investigación sobre el empleo de fractales en Geogebra, realizado por De la Rosa, Colima y Torres en 2025, cuyo objetivo principal fue que los estudiantes de bachillerato pudieran crear una herramienta nueva a partir de una figura inicial, la cual les permitiera repetir un patrón de forma controlada y visualizar una de las características de un fractal que es la autosimilitud.

En sí, los fractales poseen dos características muy importantes, estas son:

- ✓ La autosimilitud. Es cuando un patrón se repite indefinidamente, sin importar el punto de vista que se aprecie.
- ✓ Complejidad infinita. Posee una regla de construcción sencilla, pero genera una estructura muy compleja.

Esta investigación contó con 3 objetivos didácticos los cuales fueron: comprender la fractalidad mediante la construcción de Geogebra, desarrollar habilidades de iteración, autosimilitud y homotecia en contextos visuales y finalmente favorecer la experimentación matemática con herramientas digitales.

Según Duval (1988) citado en De la Rosa, Colima y Torres (2025), dentro de su teoría de representaciones semióticas menciona que comprender un objeto matemático involucra trabajar con distintos tipos de representaciones desde lo gráfico, algebraico, verbal o simbólico, logrando así una conversión de todas ellas en una sola. Por esta razón, los fractales en el momento en que se combinan las representaciones geométricas y patrones numéricos, se presentan como una oportunidad de lograr este tipo de conversiones que se mencionan dentro de un contexto escolar.

Además, se debe de considerar que al utilizar una herramienta como Geogebra dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de los fractales, les permite a los estudiantes manipular y crear sus propios fractales a partir de la visualización de patrones, analizando las reglas y procesos que los generan.

Por ello, la geometría fractal se convierte en un puente de conexión entre la teoría matemática que involucra los procesos aritméticos y algebraicos, hasta llegar a una visualización geométrica de un determinado problema que le permita al alumno desarrollar o potencializar esas habilidades de pensamiento crítico, analítico y creativo, utilizando herramientas digitales que le permitan manipular su propio conocimiento y generar un aprendizaje significativo.

Este tipo de intervención con estudiantes de bachillerato generó un mayor interés y motivación sobre el aprendizaje de las matemáticas, además involucró el desarrollo de habilidades digitales y una mejor comprensión de conceptos abstractos mediante la visualización y manipulación de objetos geométricos.

De manera general, la investigación que fue realizada por De la Rosa, Colima y Torres en 2025 ayudó a los estudiantes manipular y gestionar su propio conocimiento por medio de la integración de una herramienta digital (GeoGebra), en donde a partir de su conocimiento teórico matemático pudieran utilizar sus habilidades de pensamiento crítico, de tal forma que llegaran a la visualización de un patrón numérico que generará la creación de un fractal, promoviendo así un mayor interés en el aprendizaje de las matemáticas.

1.6.3 Sucesiones.

Según la National Council of Teachers of Mathematics (2000) menciona que las sucesiones dentro de los números naturales es un contenido importante dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas porque permite el desarrollo de habilidades y competencias como la conjeturación, argumentación, validación, visualización.

Dentro del contexto nacional, se han desarrollado diversas investigaciones englobadas al uso e importancia de las sucesiones numéricas dentro de la educación básica en México. Una de ellas es “Sucesiones matemáticas en el currículo de México en Secundaria” elaborado por Nuñez y Cabañas en 2023, el cual fue una investigación cualitativa basada en la propuesta teórico - metodológico conocida como Análisis de Contenido Matemático propuesto por Rico y Moreno en 2016. En donde se tuvo como objetivo identificar y relacionar los significados de las sucesiones matemáticas en los números naturales por medio de una estructura conceptual, representaciones y modos

de uso en el currículo de las matemáticas en educación secundaria examinando 14 libros de texto utilizados para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Principalmente porque el tema de las sucesiones se empieza a introducir desde nivel primaria, potencializando así el desarrollo algebraico a nivel secundaria y los contenidos de funciones, series y límites en nivel superior. En donde a su vez, son aplicables en diversas disciplinas como física, biología, economía, medicina, etc. Aunque existen evidencias que dan a conocer que tanto estudiantes como profesores presentan dificultades para resolver problemáticas que involucran sucesiones.

1.6.4 Sucesiones y fractales.

Dentro de las investigaciones enfocadas al estudio de fractales, se encuentra el realizado por Rivera (2012) titulado “Evidencia de propiedades fractales en la sucesión de Fibonacci usando wavelets” en donde se menciona la definición e importancia que tienen los fractales dentro de la naturaleza, así como una de sus características que es la autosemejanza, donde a partir de una pequeña parte que se conozca del fractal se puede lograr entender toda su estructura.

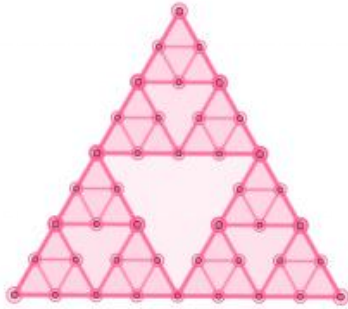
Por ello, Mandelbrot (2006) citado en Rivera y López (2012) establece que la geometría fractal es el tipo de geometría que más se acerca a la naturaleza porque se encuentra en el cauce de los ríos, en la forma de las montañas, cuerpos celestes en el espacio, en la red vascular, las arterias, redes neuronales, etc.

Según Mandelbrot (2006) “Si una figura es autosemejante, se puede descomponer en N partes relacionadas con el todo por una transformación de semejanza de razón r , llamada razón de homotecia”

Un claro ejemplo, como en la Figura 2, es el triángulo de Sierpinski, representado como un objeto fractal en el cual es fácil identificar cierto patrón repetido a diferentes escalas, en donde se refleja la autosemejanza de los fractales.

Figura 2.

Triángulo de Sierpinski



Fuente: Elaboración propia.

Además hace mención a la sucesión de Fibonacci que establece que cada término siguiente es la suma de sus dos predecesores y fue diseñada por Leonardo Pisano, con la finalidad de intentar modelar el crecimiento poblacional de parejas de conejos para un determinado lapso de tiempo. Logrando así formar una cadena fractal concatenada con ceros y unos en una secuencia específica. En donde este estudio fue aplicado en wavelets como una herramienta para el análisis de una señal en el dominio de una frecuencia.

II. Marco teórico.

El presente capítulo tiene como finalidad mostrar los principales conceptos y teorías que sustentan esta investigación relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas encaminado al desarrollo de fractales a partir de una sucesión numérica utilizando una herramienta tecnológica, la cual permita otorgar un significado sobre la realidad un fractal y su importancia dentro de la vida cotidiana.

2.1 Teoría de representaciones semióticas.

Dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se han implementado distintas teorías que han permitido el desarrollo de nuevas investigaciones en esta área del conocimiento. Una de ellas es la Teoría de representaciones semióticas creada por Raymond Duval, la cual tiene un enfoque semiótico que surge por la dificultad en la comprensión del lenguaje matemático y la necesidad de recurrir a otro tipo de representaciones. Por ello, la palabra “semiótica” se refiere al estudio de signos - síntomas relacionados con las matemáticas, en donde hasta el siglo XIX fue reconocida como una disciplina científica.

Esta teoría parte desde Grecia, en donde la semiótica mejor conocida por ellos como semion, significaba “signo” relacionado con algún síntoma de un fenómeno natural, por ejemplo, el semion humo es causa de que existe fuego, entonces si hay humo hay fuego. (D'Amore, Fandiño, Lori, 2013).

La semiótica también conocida como sémica, semiología o sígnica durante varios siglos fue conocida como un arte especialmente empleada por magos, astrólogos y profetas, cuyo propósito era interpretar las señas que emanaba de la naturaleza para lograr una adivinación sobre un determinado suceso.

Dentro de las matemáticas desde hace aproximadamente 4000 años se originaron diversos tipos de representaciones semióticas que engloba números y

figuras que eran talladas en piedra, arcilla, pergaminos. Pero hasta el siglo VI a.c Pitágoras fue introduciendo lo que se conoce como representaciones matemáticas en forma de números, literales y figuras. (Duval, 2004)

En la actualidad se cree que el concepto de “matemáticas” solamente se refiere al estudio de números y figuras, en donde si se busca en diccionarios así aparece, pero en el instante en que se emplea el álgebra solamente se llega a trabajar con letras dejando totalmente a un lado la parte visual y es un acontecimiento que ha estado ocurriendo dentro de la vida escolar de los estudiantes desde nivel secundaria hasta los posgrados en Matemáticas. (Duval, 2004)

Una bifurcación dentro de la semiótica fue en la Geometría Analítica donde Descartes utilizando los “lugares geométricos” logró establecer una relación entre las representaciones literales, letras x , y , z como variables y a , b , c como constantes con representaciones gráficas.

Existe un problema cognitivo dentro del aprendizaje de las matemáticas debido a la distancia que se origina de los enunciados en un lenguaje natural a las escrituras simbólicas, que sería la conversión de una a otra. Principalmente, esta teoría está enfocada en cómo el aprendizaje de las matemáticas se relaciona con la capacidad de comprender y utilizar algún tipo de representación simbólica para encontrar la solución a una determinada problemática que se le presente al estudiante. Porque la adquisición de conocimientos matemáticos no solamente involucra la interpretación de símbolos sino también el poder interpretar, relacionar y transformar estas representaciones.

Este tipo de construcciones puedan ser relacionadas con cosas o situaciones de la vida cotidiana de cada uno de los alumnos y se logre la adquisición de un conocimiento totalmente nuevo para ellos, donde por medio de la implementación de

sus propias representaciones logren encontrar una respuesta ante su problemática presentada.

Duval (2004) dentro de su libro menciona que uno de los mayores problemas que existen dentro del aprendizaje de la geometría es que en ocasiones los estudiantes se dejan llevar simplemente por lo que ven y se debe de considerar que no es lo mismo observar y analizar, de tal forma que se pueda visualizar lo que la figura representa matemáticamente como sus propiedades, relaciones, etc.

Por esta razón, Duval (2004) refiere que existe una diferencia entre lo que una persona piensa de forma mental y lo que expresa mediante signos, porque existen casos en que el individuo puede entenderlo y no saber cómo expresarlo, y otros donde puede expresarlo de forma correcta pero aún no lograr comprenderlo. Por ello, Duval (2004) explica que toda representación debe de cumplir con dos objetivos, los cuales son: la **objetivación**, que se refiere cuando una representación le permite al estudiante construir un conocimiento totalmente nuevo y la **expresión** es cuando la representación permite transmitir algo, aunque no implique comprensión. Esto quiere decir que el alumno puede escribir una fórmula matemática de manera correcta por imitación, pero aún no comprende el concepto.

Además, Duval (2004) dice “La diferencia esencial que separa las representaciones semióticas de las representaciones mentales: las primeras representan un grado de libertad, necesario a todo manejo de información, que las segundas no tienen” lo cual quiere decir, que los signos como los gráficos se pueden manipular y transformar, independientemente si el estudiante lo comprende o no. En sí, Duval lo interpreta que el emplear símbolos no garantiza una comprensión, porque esta última solo se genera cuando el alumno utiliza estos signos para construir su propio conocimiento y no se enfoca solo en repetirlos o imitarlos.

2.2 Modelación matemática

La modelación matemática se refiere al proceso de interpretar situaciones de la vida real, para convertirlas en representaciones matemáticas que puedan ser analizadas y comprendidas, con la finalidad de otorgarles una respuesta. Los autores Jara, J., Tocto, J. y Vivanco, J. (2025). mencionan que su finalidad es conectar los fenómenos o acontecimientos de la vida cotidiana de los estudiantes con los conceptos matemáticos que se encuentran dentro de su contexto escolar, con el propósito de brindar un aprendizaje más práctico y que sea aplicable en diferentes situaciones, lo cual aumenta la motivación de los alumnos porque pasan de un enfoque teórico - conceptual hacia uno experimental.

Además, que un modelado matemático es una representación formal que emplea lenguaje matemático para describir y explicar algún tipo de situación o problema real. Establecen que este tipo de teoría permite emplear distintos procedimientos matemáticos para poder representar, manipular e informar sobre situaciones de la vida cotidiana que estén relacionados con la parte matemática que le corresponde; principalmente para generar las hipótesis correspondientes que permitan realizar determinados experimentos que brinden la adecuada solución a un problema.

La modelación es un tipo de estrategia que permite vincular contenidos matemáticos, situaciones o fenómenos de la vida real y las experiencias de los estudiantes.

Por esta situación, Jara, J., Tocto, J. y Vivanco, J. (2025) establecen una serie de fases para el desarrollo de la modelación matemática, las cuales son las siguientes:

- **Simplificación:** Antes de abordar una determinada situación se deben de realizar las consideraciones necesarias que permitan entender y simplificar el problema real.

- **Matematización:** Se reconocen los conceptos matemáticos que se relacionan con la situación establecida, para generar procesos de abstracción que permitan dejar a un lado la realidad dando paso al problema matemático.
- **Trabajo matemático:** En esta fase se trata de realizar el problema matemático encontrado, empleando teoremas, principios y algoritmos matemáticos.
- **Interpretación:** De acuerdo con los resultados encontrados se procede a realizar la interpretación correspondiente que vaya acorde a la situación.
- **Validación:** Se validan los resultados obtenidos.

El utilizar la modelación matemática dentro del ámbito escolar proporciona varias ventajas para los estudiantes, por ejemplo:

1. Capacidad de generar problemas dentro de un contexto específico.
2. Capacidad para tomar decisiones.
3. Generar y probar hipótesis
4. Proporcionar explicaciones con fundamento científico
5. Desarrollo de habilidades actitudinales

Por otro lado, dentro de la modelación matemática existen algunos desafíos al momento de implementarla, Salett y Hein (2004) citados en Villa J. (2007) mencionan lo siguiente:

“la dificultad principal está centrada en la formación de los profesores y en la falta de vivencia del alumnado en un trabajo de esta naturaleza” (p. 120).

Esto quiere decir que se necesita tener los conocimientos necesarios para trabajar con esta teoría por parte del profesorado y el estudiantado. Además, Villa J. (2007), establece que aún existe una resistencia al cambio del modelo tradicional de enseñanza y escasos estudios sobre la modelación matemática.

Por ello, establece que existen cuatro grandes propósitos al momento de emplear la modelación matemática:

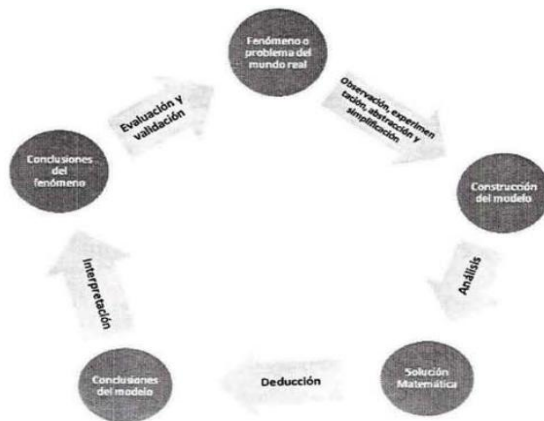
- Metas pedagógicas: Se refiere a promover las habilidades necesarias que le permitan al estudiante comprender mejor el mundo en que vive.
- Objetivos psicológicos: Se basa en mejorar la motivación y la actitud de los estudiantes en cuanto a la enseñanza de las matemáticas.
- Objetivos relacionados con la asignatura: Reestructurar los procesos de aprendizaje, que permitan la introducción de nuevos conceptos y métodos matemáticos.
- Objetivos relacionados con la ciencia: Fomentar la importancia de las matemáticas como ciencia.

Estos propósitos tienen como principal finalidad demostrar que la modelación matemática no solamente se basa en relacionar situaciones reales con cuestiones matemáticas, sino también involucra que el estudiantado comprenda las ideas matemáticas en donde pueda identificar en qué ocasiones utilizarlas, desarrollando un razonamiento crítico.

En el presente esquema (**Figura 3**), se muestran cada uno de los momentos que se encuentran dentro de la modelación en forma de un ciclo progresivo, en donde inicia a partir de un fenómeno o problema de la vida real del cual se realiza una observación y experimentación de dicha situación, para poder convertirlo en un modelo por medio de un determinado análisis para encontrar una posible solución a dicha problemática, aplicando una deducción concreta del modelo planteado para posteriormente realizar sus correspondientes interpretaciones que llevan a conclusiones verídicas sobre el fenómeno para poder finalmente ser evaluado y validado.

Figura 3.

Esquema que ilustra los momentos de la modelización.



Fuente: Recuperado del Esquema que ilustra los momentos de la modelización de Villa Jhony, (2007), La modelación como proceso en el aula de matemáticas: un marco de referencia y un ejemplo.

Es por ello, que la modelación matemática le permite al docente que a partir de un fenómeno o problema de la vida real, pueda adaptarlo y relacionarlo con la disciplina de las matemáticas de tal forma que le permite al estudiante desarrollar un determinado modelo matemático que de una solución a dicha problemática, por medio de un determinado análisis que le permita interpretar la situación y evaluar sus resultados.

2.3 ACODESA

La metodología que se emplea durante esta investigación es “ACODESA” (Aprendizaje Colaborativo, Debate Científico y Autorreflexión) la cual surge de la teoría de la actividad en 1999. Esta metodología se define como una herramienta descriptiva más que una teoría predictiva, tiene como propósito comprender la conciencia y la actividad porque incorpora nociones de intencionalidad, historia, mediación, colaboración y desarrollo dentro de la construcción de la conciencia. (Nardi (1997) citado en Cortés, J., Hitt, F. y Saboya, M. (2014)).

Por ello, ACODESA propuesta por Hitt en 2007 es una metodología que logra fomentar un aprendizaje colaborativo porque considera la interacción social y el uso de tecnologías. Con la finalidad de crear dentro del aula un ambiente donde los estudiantes cuenten con la oportunidad de debatir e intercambiar ideas sobre sus validaciones sobre una determinada situación.

Este tipo de metodología se abordará con más detalles en el siguiente capítulo, donde se irán desglosando cada una de sus etapas para poder implementarla, así como algunas consideraciones al momento de trabajar con ella, junto con un esquema que engloba el papel del estudiante y del profesor durante su aplicación.

III. Metodología.

El presente capítulo tiene como propósito dar a conocer el tipo de enfoque que se aplicó durante esta investigación, el cual es de tipo cualitativo. Además de incluir los objetos de investigación al momento de la implementación de una secuencia didáctica, que estará basada en la metodología de ACODESA desglosando cada una de sus fases durante este proceso de investigación.

3.1 Investigación acción.

Para el desarrollo de esta investigación es necesario emplear la investigación - acción, que según Bartolome (1986) citado en Latorre (2005) la define como “un proceso reflexivo que vincula dinámicamente la investigación, la acción y la formación, realizada por profesionales de las ciencias sociales, acerca de su propia práctica. Se lleva a cabo en equipo, con o sin ayuda de un facilitador externo al grupo”, esto quiere decir, que la investigación - acción es todo un proceso de indagación sobre la práctica que se está realizando por profesionales de una forma colaborativa con el principal propósito de mejorar la práctica educativa empleando ciclos de acción y reflexión.

En donde Lewin (1946) citado en Latorre (2005), representa en forma de triángulo los tres elementos esenciales que se deben de considerar para el desarrollo profesional, dentro de la investigación - acción, el cual es el siguiente:

Figura 4.

Triángulo de Lewin.



Fuente: Recuperado del triángulo de Lewin, (1946). La investigación acción: Conocer y cambiar la práctica educativa.

Dentro de la investigación - acción existen ciertos puntos que la caracterizan que según Elliott (1993) citado en Latorre (2005) son los siguientes:

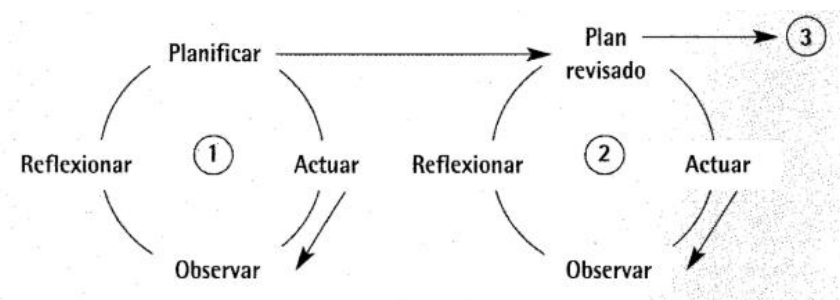
- Principalmente se centra en el descubrimiento y resolución de problemas.
- Supone una reflexión simultánea entre los medios y los fines.
- Es una práctica reflexiva que permite al investigador realizar una autoevaluación de su trabajo.
- Relaciona las teorías educativas con la práctica.
- Pone en práctica los valores profesionales del investigador mediante la investigación - acción, por lo cual se hace responsable de los resultados de su investigación.

Según, Kemmís y McTaggart (1988) citado en Latorre (2005), refieren que los principales propósitos de la investigación - acción es contribuir a la mejora de la práctica educativa. Esto quiere decir, que este tipo de investigación no se enfoca solamente en la generación de nuevos conocimientos, sino que se convierte en un principal instrumento para reconstruir las prácticas y los discursos educativos.

Además, Latorre (2005) menciona cuatro características importantes dentro de la investigación - acción: Es cíclica y recursiva, participativa, cualitativa y reflexiva. Es por ello, que el proceso de la investigación - acción es un espiral de ciclos de investigación y acción conformados por las siguientes fases: planificar, actuar, observar y reflexionar.

Figura 5.

Espiral de ciclos de la investigación - acción



Fuente: Recuperado de espiral de ciclos de la investigación - acción. (1946). La investigación acción: Conocer y cambiar la práctica educativa.

Es por estas razones que dentro de este trabajo se decidió utilizar la investigación - acción como una herramienta en la elaboración de este documento porque aporta diferentes beneficios desde el mejoramiento de la práctica educativa por medio de la implementación de ciclos reflexivos.

3.2 Enfoques en una investigación.

Según Grinnell (1997) citado en Latorre (2005), refiere que al momento de realizar una investigación existen dos enfoques principales para su desarrollo que son el cualitativo y cuantitativo. En donde ambos enfoques son presentados como paradigmas de la investigación científica que se encuentran basados en un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos, manejados de una manera cuidadosa porque generan nuevo conocimiento que puede ser utilizado por otras personas dentro de una comunidad científica.

Por esta razón, Grinnell (1997) citado en Latorre (2005), menciona que ambos enfoques tienen características en común, como las siguientes:

- Realizan observaciones y evaluaciones de fenómenos.
- Establecen suposiciones o ideas.
- Demuestran el grado que tienen sus suposiciones o ideas por medio de fundamentos válidos.

- Validan sus suposiciones o ideas empleando pruebas o análisis.
- Proporcionan nuevas observaciones y evaluaciones para modificar o fundamentar sus suposiciones o ideas de tal forma que permitan generar nuevos conocimientos.

Sin embargo, se debe de considerar que a pesar que ambos enfoques comparten características similares, cada una de ellos posee sus propias características dentro de una investigación de una manera más específica.

3.2.1. Enfoque cualitativo.

Por otro lado, Grinnell (1997) citado en Latorre (2005), establece que el enfoque cualitativo también conocido como investigación interpretativa, se encarga de recolectar los datos sin ningún tipo de medición numérica, con la finalidad de describir o afinar preguntas de investigación durante el proceso de interpretación.

Entre las principales características de este tipo de investigación es que se encuentran fundamentadas dentro de un proceso inductivo, esto quiere decir, que se enfocan principalmente a explorar y describir el mundo que los rodea y a partir de ahí generar las correspondientes perspectivas teóricas que surjan de su proceso de investigación. Este tipo de enfoque no se basa en un análisis estadístico, sino que busca la recolección de datos de las perspectivas y puntos de vista de sus participantes que pueden llegar a involucrar sus experiencias, emociones, significados, etc.

Por este tipo de características el enfoque cualitativo de una manera más específica es un conjunto de prácticas interpretativas que tiene como propósito transformar el mundo que nos rodea por medio de interpretaciones que pueden ser por medio de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos, porque intenta encontrar un sentido a los fenómenos que nos rodean.

A pesar de existir distintos tipos de enfoques de investigación, dentro de este documento se decidió emplear un estudio cualitativo relacionado con la pregunta de investigación, objetivos y el marco teórico. Teniendo como sujetos de estudio a los alumnos del grupo de 2A y la docente en formación.

3.3 Etapas de ACODESA.

Cortés, J., Hitt, F. y Saboya, M. (2014) presentan las 5 etapas metodológicas para la implementación de la ACODESA:

1. **Trabajo individual:** Esta primera etapa tiene como propósito que el estudiante busque representar la situación problema que se le presenta para que pueda desarrollar una idea propia antes de pasar a las siguientes etapas.
2. **Trabajo en equipo sobre una misma situación:** Consiste en integrar a los estudiantes en equipos para así enriquecer el enfoque que cada uno de ellos le dieron en la primera etapa. Existen ocasiones en que algunos estudiantes con mayor desarrollo cognitivo y analítico se dirigirán al equipo para darle una solución a la situación. Por esta razón, es importante que con anterioridad el estudiante trabaje de manera individual para el desarrollo de una representación propia, que sea complementada por el trabajo en equipo. Durante esta etapa es muy importante la manipulación de objetos físicos que le permitan al estudiante el desarrollo de habilidades cognitivas, colaborativas y de comunicación.
3. **Debate:** Durante el debate la labor del docente en matemáticas es promover la comunicación, no proporcionando las respuestas correctas a sus estudiantes sino todo lo contrario, su finalidad es cuestionarlos durante todo el proceso hasta llegar a desarrollar un debate científico dentro del salón de clases. Puede existir la situación en que varios equipos pueden estar de acuerdo con los argumentos de otros equipos conforme a los resultados obtenidos de la situación problemática

planteada pero que si se les pregunta de manera individual habrá alumnos aun con dudas y por esta razón es importante retomar las representaciones realizadas por los estudiantes para la siguiente etapa.

4. **Auto-reflexión:** En esta etapa se realiza una reconstrucción del conocimiento adquirido tanto de manera individual como colectiva, considerando todos los argumentos planteados durante las etapas anteriores para lograr una reflexión crítica y analítica sobre el resultado obtenido.
5. **Institucionalización:** En la última etapa el docente resume todas las producciones realizadas por los estudiantes por medio de la implementación de representaciones institucionales para institucionalizar los conocimientos y saberes obtenidos durante todo este proceso.

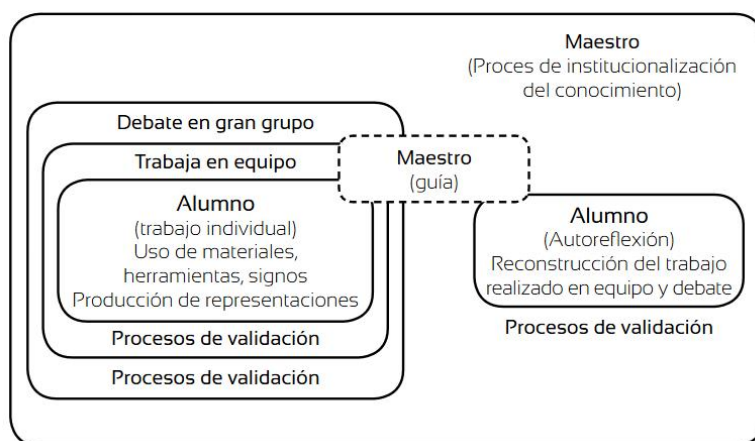
Cada una de las presentes etapas que conforman la metodología de ACODESA desde un trabajo individual hasta en grupo, permitió la elaboración e implementación de un plan de acción, que le permitiera a los estudiantes la construcción de su propio conocimiento por medio de situaciones de la misma vida cotidiana.

La **figura 6** representa la metodología de ACODESA la cual se caracteriza por la construcción del conocimiento mediante la interacción entre el alumno, el trabajo colaborativo con sus compañeros y la guía del maestro. Como primer paso el estudiante realiza un trabajo completamente individual donde trata de construir sus propias representaciones sobre una problemática o fenómeno de la vida real, posteriormente se reúne con sus compañeros en parejas y luego en equipos para poder compartir ideas, opiniones, comparar procedimientos etc., sobre dicha situación planteada.

Posteriormente se realiza un debate donde los alumnos exponen y argumentan sus resultados obtenidos, donde el docente actúa como un guía para mediar la situación de discusión. En donde finalmente, realiza un proceso de institucionalización del conocimiento tomando en cuenta los argumentos que han otorgado los estudiantes durante todo este proceso, organizando y formalizando los aprendizajes adquiridos al final del proceso.

Figura 6.

Metodología de enseñanza ACODESA



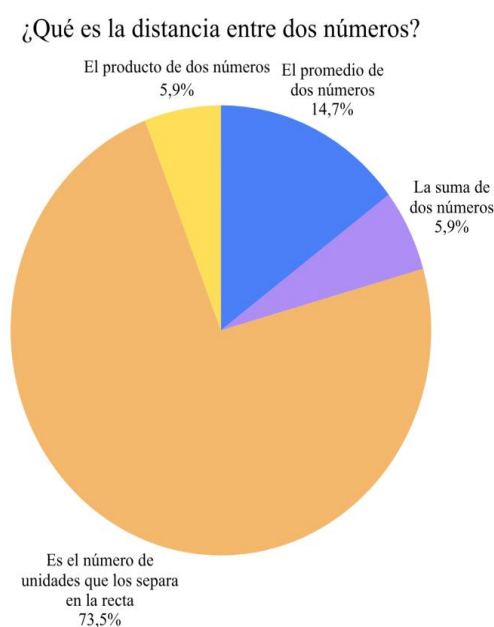
Fuente: Adaptado de Metodología de enseñanza ACODESA de Hitt y González Martín, (2015), Aprendizaje de la modelación matemática en un medio sociocultural.

La metodología ACODESA se encuentra enfocada principalmente a situaciones problemáticas que permitan el desarrollo de un pensamiento diversificado, como una fase anterior al proceso de un pensamiento hacia un objetivo en específico, en otras palabras, promover primero un conocimiento y luego un saber.

IV. Análisis previo

Este apartado tiene como propósito presentar los resultados obtenidos a partir del instrumento diagnóstico aplicado a los estudiantes de segundo grado grupo A de la Escuela Secundaria “Potosinos Ilustres”, con la finalidad de conocer sus conocimientos previos sobre el tema de sucesiones y fractales. En donde estos resultados se presentan en forma de gráficos para lograr una mayor comprensión de los datos obtenidos.

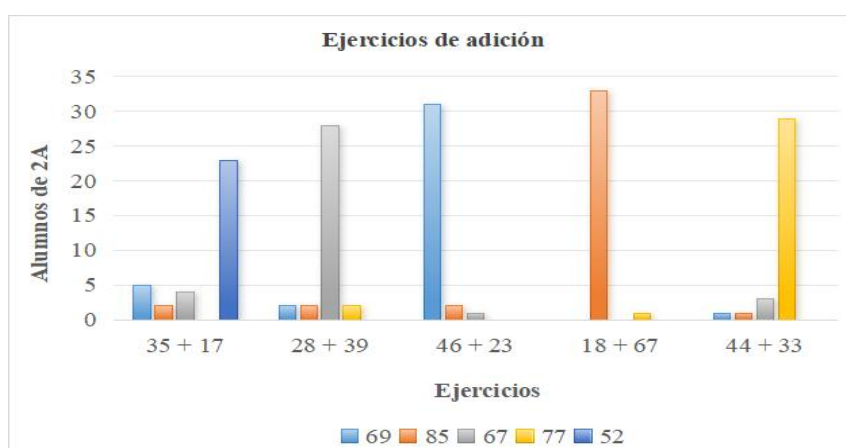
Figura 7. Pregunta 1



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la **figura 7**, al analizar los resultados obtenidos mediante el diagnóstico aplicado con el grupo de 2A, es posible identificar que dentro de este grupo más de la mitad de los alumnos respondieron de manera correcta la primera pregunta y fueron muy pocos los que contestaron de forma errónea. Lo cual se interpreta que la mayor parte de los alumnos tienen noción de la distancia entre dos números.

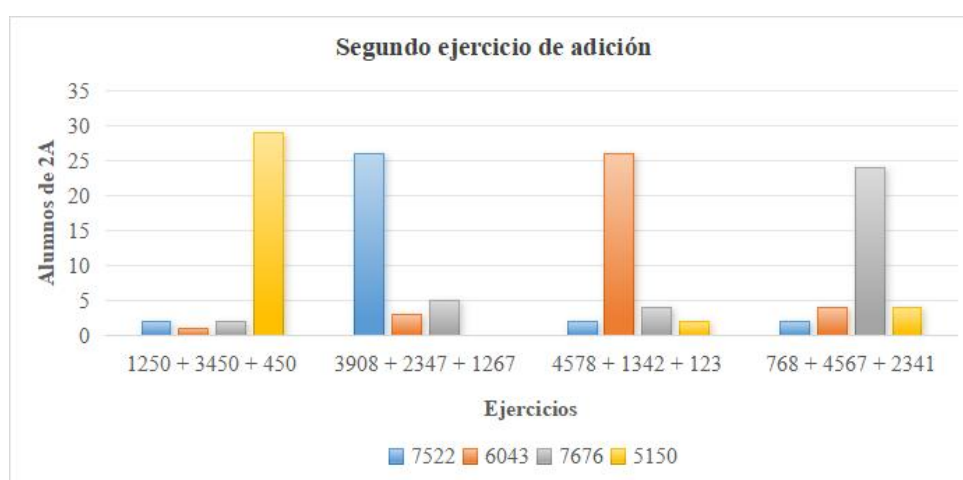
Figura 8. Pregunta 2.



Fuente: Elaboración propia.

Con base a la **figura 8**, se puede notar claramente que dentro del grupo de 2A gran parte de sus estudiantes lograron resolver los ejercicios de adición propuestos en el diagnóstico, se observa que principalmente en el ejercicio número 1 fue donde existe una mayor complicación al momento de encontrar una respuesta correcta, tomando en cuenta que este ejercicio consiste en resolver operaciones básicas de adición con un máximo de 2 dígitos, en donde claramente se puede observar que al menos de 1 a 5 estudiantes presentaron alguna dificultad al momento de realizar el diagnóstico en esta pregunta.

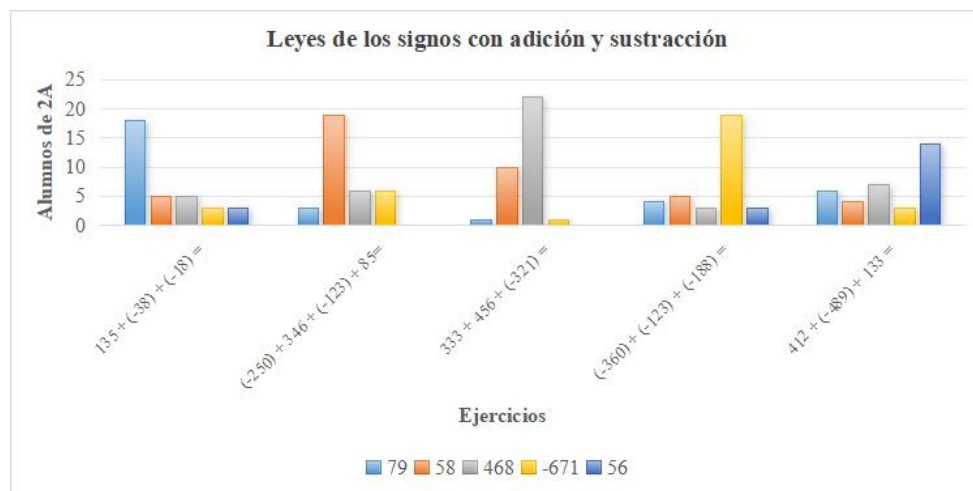
Figura 9. Pregunta 3.



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el presente gráfico se puede observar que en el grupo de 2A, algunos de los alumnos presentan dificultades al momento de resolver operaciones básicas cuando se trata de sumar cantidades entre 3 y 4 dígitos de manera consecutiva.

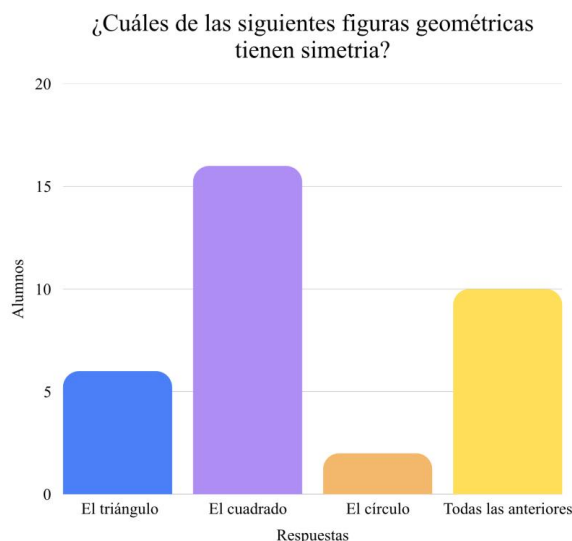
Figura 10. Pregunta 4.



Fuente: Elaboración propia.

Es posible observar que al momento de realizar operaciones que involucren el manejo de signos positivos y negativos, algunos estudiantes presentan dificultades para resolverlos. Todo esto, se ve reflejado en la figura 10, donde se muestran los resultados obtenidos de estos ejercicios aplicados en los alumnos.

Figura 11. Pregunta 5.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la **figura 11**, se refleja que el grupo de 2A presenta dificultades sobre conocimientos de simetría en figuras geométricas al momento de responder el presente diagnóstico. Lo cual da como resultado que existen dificultades en la comprensión de la simetría.

Figura 12. Pregunta 6.

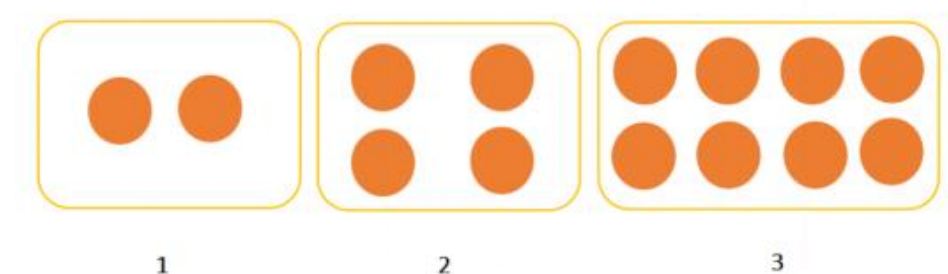


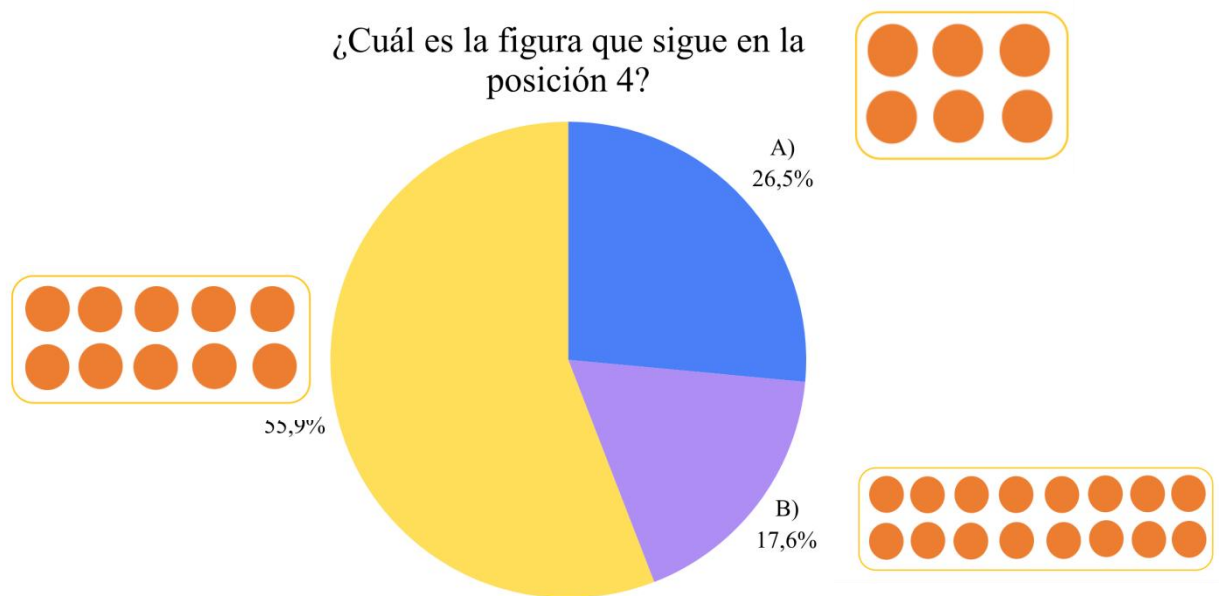
Fuente: Elaboración propia.

Con base en la figura 12, los resultados del diagnóstico reflejan que al menos un 47.1% de este grupo presentan conocimientos sobre el concepto de “patrón”, lo cual significa que ni la mitad del grupo conoce este término con exactitud.

Figura 13. Pregunta 7.

De la siguiente imagen:





Fuente: Elaboración propia.

Con base en la **figura 13**, nos muestra que un 17.6% de los estudiantes seleccionaron la respuesta B como correcta, refiriendo que es la siguiente figura que continúa con la sucesión, en donde de 3 posibles opciones fue la que menos fue elegida por los estudiantes a pesar de ser la respuesta correcta.

Figura 14. Pregunta 8.

De la siguiente imagen:

1 , 4 , 9 , 16 , 25

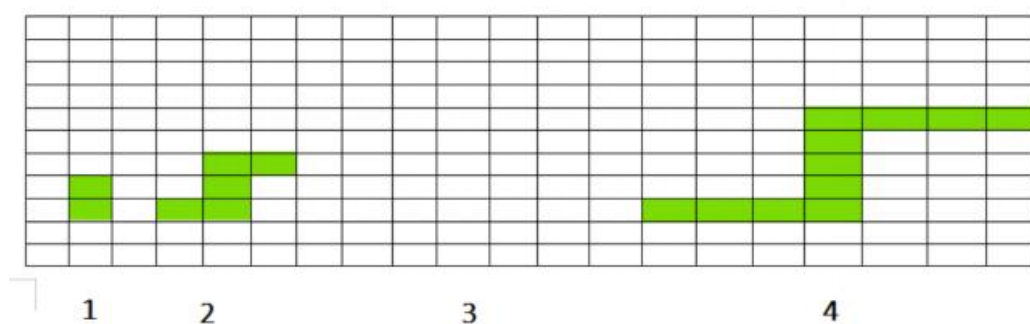


Fuente: Elaboración propia.

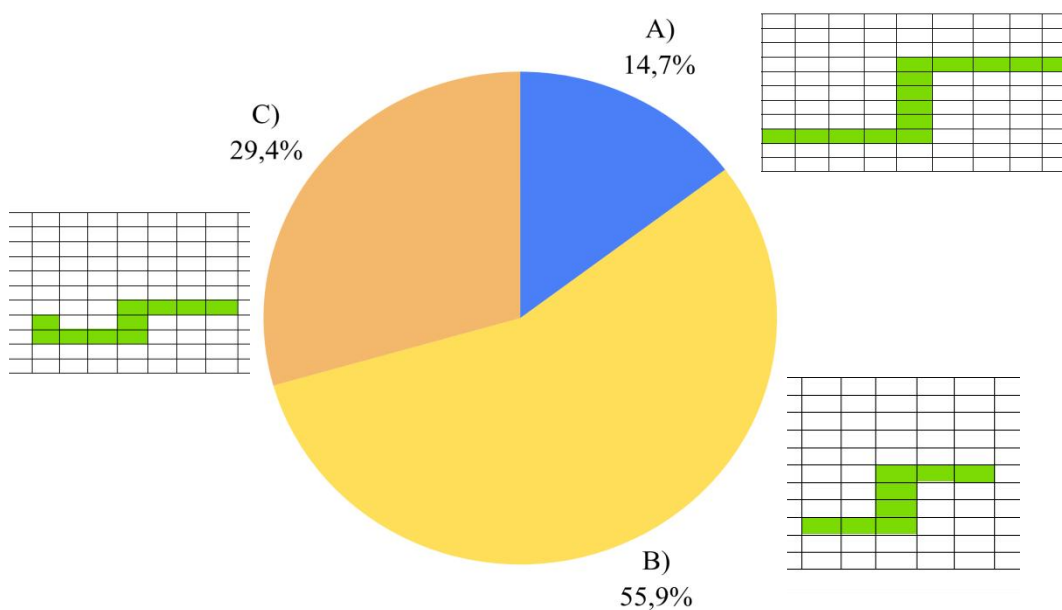
De acuerdo con la **figura 14**, muestra los resultados correspondientes de la pregunta 8, en donde se puede observar claramente que solo un 26.5% de los alumnos contestó de forma correcta el ejercicio, lo cual representa que casi una cuarta parte del grupo logró reconocer la secuencia de la sucesión para lograr determinar qué número continuaba con el ejercicio.

Figura 15. Pregunta 9.

Según la siguiente imagen:



¿Qué figura debe de ir en la posición 3?



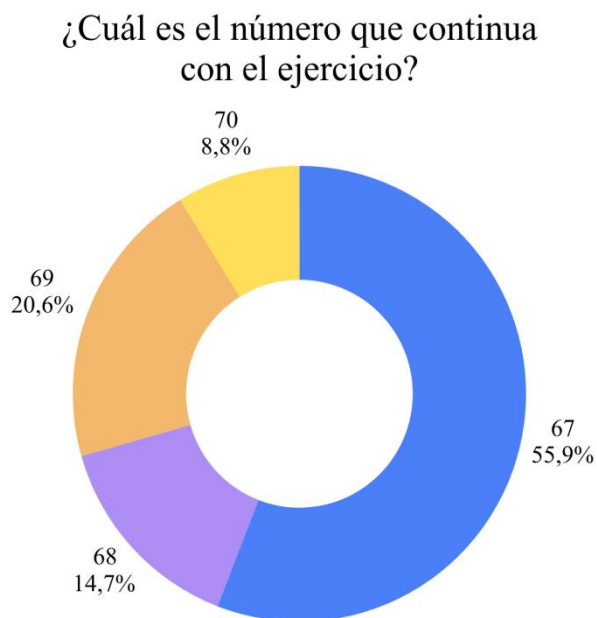
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la **figura 15**, muestra que un 55.9% de los estudiantes logró descifrar la correspondiente sucesión con base al desarrollo de una determinada figura, en donde al menos la mitad del grupo determinó cual sería la figura correspondiente en la posición número 3. Se observa que en este ejercicio existió un avance por parte de los alumnos. Dentro de esta sucesión es posible observar como principalmente da un paso de algo numérico a algo completamente visual, en donde no solamente se busca encontrar un determinado término, sino que precisamente en uno que se encuentra conformando dicho ejercicio.

Figura 16. Pregunta 10.

De esta imagen:

7, 13, 25, 43.....

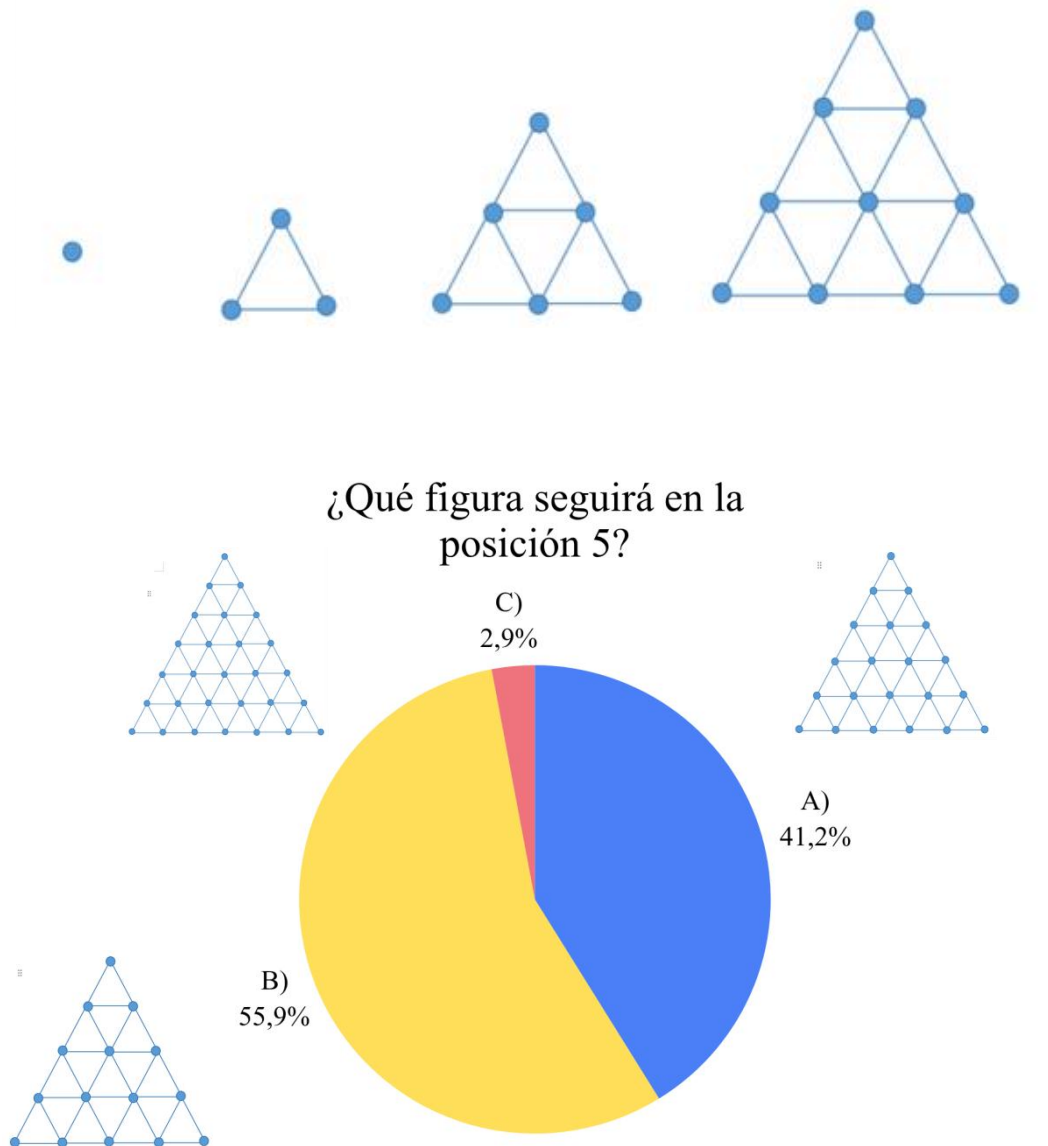


Fuente: Elaboración propia.

Con base en la **figura 16**, se logra observar que un 55.9% de los estudiantes lograron contestar de forma correcta al ejercicio para determinar cuál era el siguiente número que continuaba la sucesión, pero tomando en cuenta que solo un poco más de la mitad del grupo pudo hacerlo.

Figura 17. Pregunta 11.

A partir de la siguiente imagen:



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la **figura 17**, muestra que cuando se trata de relacionar una sucesión de una forma visual a los estudiantes se les dificulta poder determinar cual es la figura o imagen que continúa dicho ejercicio. Es por ello, que solo un 41.2% logró responder de manera correcta, lo cual significa que menos de la mitad de los estudiantes entendió la sucesión, es posible el observar, de acuerdo al porcentaje de estudiantes que no lograron acertar en el ejercicio.

Figura 18. Pregunta 12.

Con base a la siguiente imagen:

1 , 5 , 12 , 22 , 35



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 18**, es posible observar que en la última pregunta del diagnóstico solo un 11.8% contestó de forma correcta, porque los estudiantes de este grupo presentan dificultades al momento de encontrar un determinado término de una sucesión.

Debido a todos los resultados obtenidos del presente diagnóstico se determinó que dentro de este grupo existen dificultades al momento de trabajar con el tema de sucesiones y más cuando involucra encontrar algún término que contenga el desarrollo de alguna figura geométrica, porque los estudiantes aún no logran desarrollar esta parte de la visualización dentro del campo de las matemáticas. Además, resultó un reto cognitivo al momento de estar relacionando la parte numérica y la parte visual de dichos ejercicios, debido a que no están muy acostumbrados a la realización de trazos en problemas matemáticos. Por esta razón, se decidió elaborar e implementar el siguiente plan de acción.

V. Plan de acción.

El presente plan de acción se encuentra diseñado conforme a los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica aplicada con anterioridad. En la cual su finalidad fue conocer los conocimientos previos de los estudiantes y las áreas de oportunidad que se encuentran dentro de la visualización de sucesiones utilizando como herramienta los fractales durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

El principal propósito de este plan de acción es el diseño de actividades que potencialicen el desarrollo del proceso de visualización de los estudiantes durante la enseñanza de sucesiones. Esto quiere decir, que se logre un aprendizaje significativo y contextualizado de acuerdo a su entorno social, donde se pretende que adquieran una mayor motivación en relación al aprendizaje de las matemáticas y la construcción de habilidades cognitivas y críticas dentro de esta disciplina.

5.1 Puntos clave del Plan de acción

Contenido	● Regularidades y patrones.
Campo formativo	● Saberes y pensamiento científico
PDA (Proceso de desarrollo del aprendizaje)	● Representa algebraicamente una sucesión con progresión cuadrática de figuras y números.

5.2 Estructura del Plan de acción

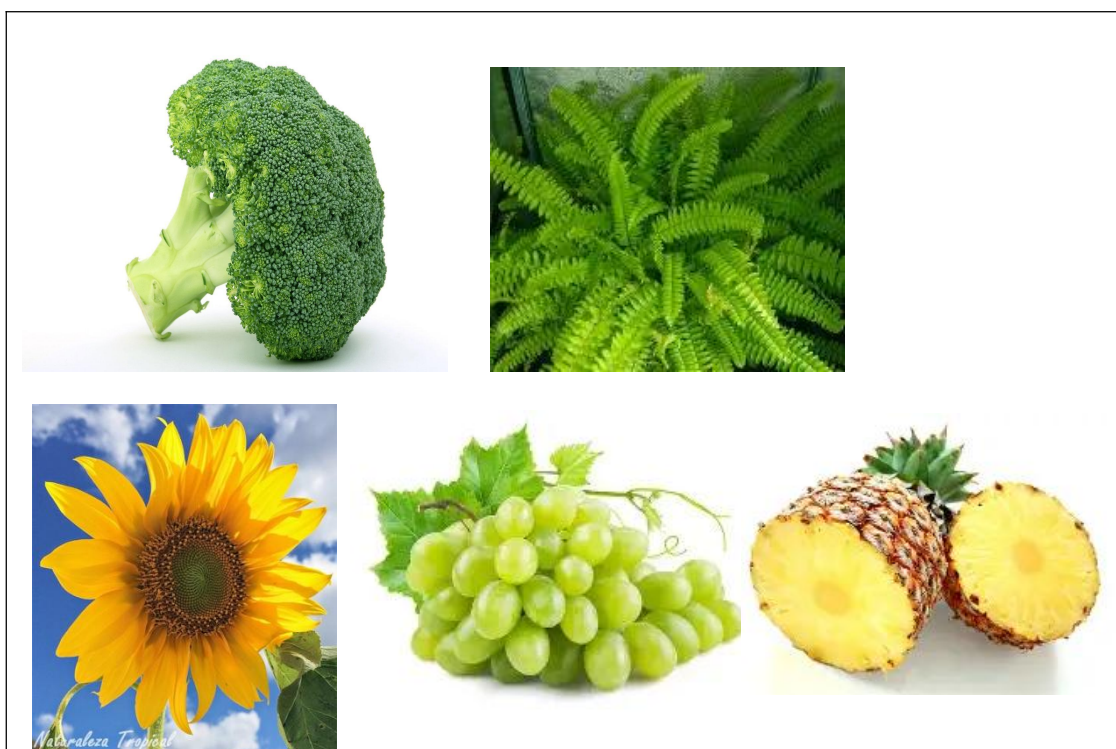
El presente plan de acción se encuentra dividido en 8 sesiones, las cuales serán aplicadas con el grupo de 2A dentro de la Escuela Secundaria “Potosinos Ilustres” en donde cada sesión tuvo una duración aproximada de 50 minutos dentro del horario escolar de los estudiantes. Cada una de las actividades planteadas para esta

intervención contará con una variedad de materiales didácticos que impulsen el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes de secundaria, pero no solamente eso, se incluye la herramienta tecnológica de Geogebra como un apoyo en la enseñanza y aprendizaje de las sucesiones mediante la implementación de fractales, donde los estudiantes por sí mismos, puedan observar la importancia del uso de la tecnología dentro de esta disciplina.

5.3 Secuencia didáctica de acuerdo con ACODESA.

Clase 1/8 ¿Fractales?		
Etapa ACODESA	Intención didáctica	Descripción de la actividad
Trabajo individual	Que los estudiantes identifiquen la existencia de fractales en la naturaleza y su utilidad	Inicio: Al inicio de la clase, se proporcionará a cada uno de los estudiantes una hoja de máquina para realizar la actividad de manera individual, donde deberán de colocar y llenar todos los datos requeridos. Posteriormente, en algún lugar del salón de clases se colocarán todos los objetos necesarios que trajo la docente en formación sobre fractales naturales, de tal forma que los estudiantes puedan observarlos (visualizarlas). Desarrollo: A continuación, se les pedirá que individualmente elijan al menos uno de los objetos presentados (incluso si es posible que puedan pasar a observarlos con mayor detenimiento o incluso tocarlos) de tal forma

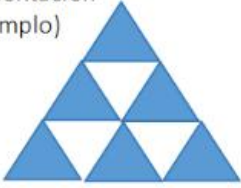
		que al momento de analizarlos, con sus propias palabras redacten un pequeño párrafo de aproximadamente 6 a 7 renglones sobre qué es lo que observan en cada uno de ellos, que englobe los siguientes puntos: ● Su estructura ● Forma ● Tamaño ● Sus similitudes ● Características ● Que tiene en común con los demás objetos ● Cómo lo relacionan con las matemáticas Para posteriormente en la parte de en medio de su hoja realicen un bosquejo de cómo ellos visualizan el objeto que eligieron en cuanto a los puntos anteriormente mencionados. (Pueden colorearlo) Cierre: Finalmente, en la parte de abajo de la hoja deberán de contestar la siguiente pregunta: ● Si tuvieras que otorgarle un nombre a esta actividad o relacionarlo con algún contenido matemático ¿Cuál sería?
Materiales requeridos		



Clase 2/8 Existencia de fractales y su aplicación matemática		
Etapas ACODESA	Intención didáctica	Descripción de la actividad
Trabajo individual	Que los estudiantes realicen una representación numérica así como visual a partir del objeto que hayan seleccionado logrando formar	Inicio: En esta clase se pretende reutilizar el material de la sesión anterior con la intención de realizar una lluvia de ideas sobre lo anteriormente visto, con la finalidad de retomar algunas características de los fractales como la autosimilitud. Tomando en consideración las aportaciones que realicen los estudiantes sobre lo que van aprendiendo. Desarrollo: Para ello, se volverá a colocar el material de la clase anterior pero esta vez se les

	una sucesión.	indicará a los alumnos que deberán de elegir al menos un objeto que más les llame la atención y en una hoja de máquina deberán de realizar la representación visual correspondiente (dibujo con lápiz) del objeto y en la parte de abajo (utilizando números) representan la estructura o el desarrollo del objeto (crecimiento). La siguiente secuencia surge por la forma en que se desarrolla y crece el brócoli al momento de ser cultivado. Ejemplo: Secuencia: 5, 25, 125..., Cierre: En pocas palabras, los estudiantes utilizando números deben de representar el crecimiento o cómo se va desarrollando la estructura de cada objeto.
Materiales requeridos		

Clase 3/8 No todo son solo números y letras		
Etapa ACODESA	Intención didáctica	Descripción de la actividad
Trabajo individual y en parejas	Que por medio de un problema matemático los alumnos logren desarrollar algún tipo de representación que los lleve a la resolución del ejercicio.	Inicio: Al inicio de esta clase se les entregará una hoja con actividades a los estudiantes donde se les proporcionen 2 ejemplos de sucesiones, en donde deberán de analizar cada una de ellas para lograr identificar los términos faltantes y posteriormente representarlas según la estructura que les indique el ejercicio. Desarrollo: Los alumnos deberán encontrar y representar los términos que se encuentren en las posiciones faltantes y agregar 2 términos más que continúen en la sucesión según corresponda. Cierre: Al término de la sesión, se le pedirá la participación de algunos alumnos que quieran compartir su trabajo con el resto de sus compañeros demostrando sus representación de las sucesiones

		incluyendo cómo fue la manera en que los obtuvieron y cuáles son los términos que continuaban o faltaban en dado caso.
Materiales requeridos Actividad: Sucesión numérica 4, 9, , $n_1, n_2, n_3, n_4, \dots$ Representación (ejemplo)  n_1  n_2 Etc. Sucesión numérica 1, , 19, $n_1, n_2, n_3, n_4, \dots$  n_1  n_2 n_3		

Clase 4/8 Diversos tipos de representaciones		
Etapa	Intención didáctica	Descripción de la actividad
ACODESA		
Trabajo individual, en parejas y en equipo	Que los estudiantes logren realizar diversos tipos de representaciones matemáticas	Inicio: Al inicio de esta clase se les entregará una hoja con actividades a los estudiantes donde se les proporcionen ejemplos de sucesiones aritméticas, en donde deberán primero de pasar esas

		mismas sucesiones una por una utilizando algún tipo de representación simbólica para ellos, por ejemplo (puntos, triángulos, cuadrados, etc.) y agregando al menos 2 términos que continúen con la sucesión, empleando alguna regla general que les permita conocer cualquier número en n posición. Desarrollo: Aquí el alumno deberá de representar de alguna forma la presente sucesión y agregar otros dos términos que continúen con la sucesión. (Además aquí es donde se empezará a introducir la regla general de cada sucesión según le corresponde) Nota: La primera sucesión se trabajará de manera individual, la segunda en parejas y en conjunto todas en equipos de 5 integrantes. Cierre: Al término de la sesión, se le pedirá la participación de algunos alumnos que quieran compartir su trabajo con el resto de sus compañeros demostrando sus tipos de representaciones y cuales son los términos que continuaban
--	--	---

		con la sucesión incluyendo cómo fue la manera en que los obtuvieron.	
Materiales requeridos			
Actividad:			
Sucesión	Regla general (a _n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?	Representación
3,7,11,15,....			
2,7,12, 17,...			
26,21, 16, ...			

Clase 5/8 Fractales de papel		
Etapas ACODESA	Intención didáctica	Descripción de la actividad
Trabajo individual, en parejas y en equipo	Que los estudiantes realicen un fractal hecho de papel que les permita observar y entender mejor sus características	Inicio: Para iniciar la clase se le pedirá a los estudiantes acudir a la biblioteca donde se llevará a cabo la actividad del día de hoy. La cual consistirá en entregar a cada estudiante 2 hojas iris y cada uno de ellos deberá de llevar sus correspondientes tijeras, resistol y lápiz para poder trabajar. Desarrollo: Posteriormente, se les indicará a los alumnos que con su hoja iris irán realizando paso por paso la construcción de un fractal paso por paso según se les vaya mostrando en el video de tal forma que quede el siguiente producto (en caso que

		el tiempo lo permita será procederá a realizar un segundo fractal): Video tutorial: https://www.youtube.com/watch?v=dnuFRjDr-KI En caso de tener dudas, el docente en formación será una guía para ellos. Cierre: Finalmente, se les pedirá a los estudiantes que por medio de una lluvia de ideas y en un pedazo de post-it redacten su propia definición de un fractal, sus características y la posible sucesión que ellos logren identificar durante el desarrollo de cada fractal en donde procedan a pegarlo en su libreta.
--	--	---

Materiales requeridos



Clase 6/8 La creación de fractales por sucesiones exponenciales		
Etapas	Intención	Descripción de la actividad
ACODESA	didáctica	

Institucionalización	Que los estudiante s logren comprend er la relación entre lo algebraico y lo visual.	Inicio: Se trabajarán los fractales hechos con papel y los post-it que redactaron los estudiantes con anterioridad. Para ello, se retomara las siguientes preguntas: ● ¿Cómo definirías un fractal? ● ¿Cuáles son sus posibles características? En donde estas preguntas ya fueron respondidas con anterioridad y solo se busca realizar una lluvia para retomar los conocimientos adquiridos. Desarrollo: Después, se les indicará que observen con mucho detenimiento su fractal del triángulo de Sierpinski, donde recuerden cómo se fue formando cada uno de los triángulos en cada etapa que se fue construyendo y con ello traten de formar una sucesión correspondiente con el fractal. Ejemplo:  Sucesión = 1, 3, 9, 27, ... Nota: La sucesión se forma por el número de triángulos amarillos formados que sera algo que se vera en el fractal de los estudiantes. Cierre: Finalmente, se les pedirá a los estudiantes
------------------------------------	---	--

		que determinen: ● ¿Cómo es el comportamiento de esta sucesión? ● ¿Tiene una diferencia constante con cada uno de sus términos? ● ¿Se podría decir que es una sucesión aritmética? ¿Por qué?
Materiales requeridos		

Clase 7/8 ¿Qué es Geogebra?		
Etapas ACODESA	Intención didáctica	Descripción de la actividad
Trabajo individual, en parejas y en equipo	Que los estudiantes conozcan y se familiaricen con la aplicación de Geogebra.	La finalidad de la sesión es que primeramente los estudiantes conozcan y se familiaricen con la aplicación de Geogebra e interactúen con ella por medio del ensayo y error, conozcan las funciones necesarias que se estarán utilizando para la creación de un fractal por medio de una sucesión en Geogebra, utilizando deslizadores, entre otros elementos y por el momento solo practiquen el cómo funciona dicha plataforma.
Materiales requeridos Sala de Informática (computadoras)		

Clase 8 Fractales		
Etapa ACODESA	Intención didáctica	Descripción de la actividad
Institucionalización	Que los estudiantes creen su propio fractal en la aplicación de Geogebra a partir de una sucesión.	Durante estas sesiones se pretende que de manera individual, cada estudiante construya un fractal en la aplicación de Geogebra, tomando en cuenta la sucesión y regla correspondiente de dicho fractal. De tal manera que sea una creación propia de cada alumno, integrando los conocimientos adquiridos de las clases anteriores por medio de la implementación de una nueva tecnología quizás para ellos. Será con una forma y diseño totalmente libre para los alumnos en donde se fomente su creatividad y pensamiento matemático. En donde al final se brindará un tiempo estimado para que los alumnos que gusten participar presenten su creación con el resto del grupo.
Materiales requeridos Sala de Informática (computadoras)		

VI. Análisis e interpretación de los resultados

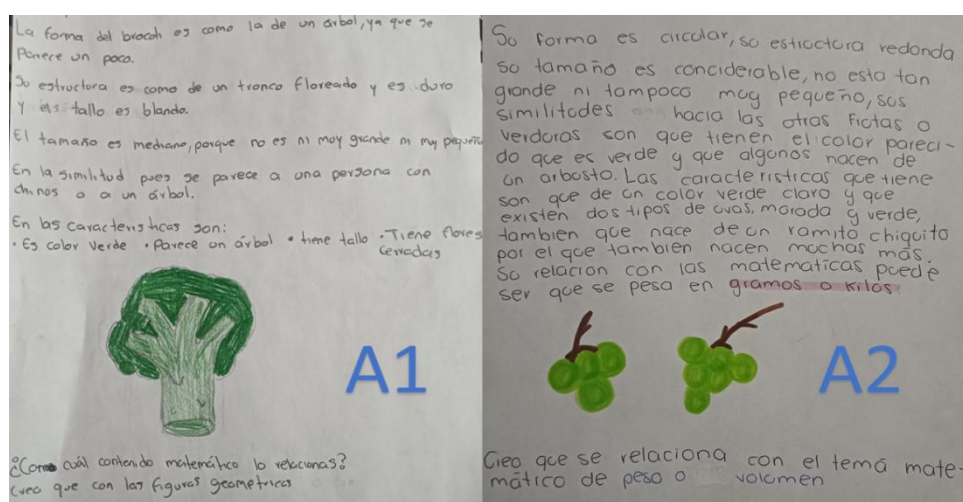
Dentro de este capítulo se realizará el análisis e interpretación de los datos obtenidos tras la implementación del plan de acción con la finalidad de recabar los conocimientos adquiridos que tuvieron los estudiantes de secundaria en la construcción de un fractal a partir de una sucesión con el apoyo de Geogebra, en donde se evaluó el nivel de comprensión por medio de un estudio cualitativo (observación, diario de campo, cuestionarios).

6.1 Sesión 1 ¿Fractales?

Durante la implementación de la primera actividad se tuvo la intención de presentarles a los estudiantes fractales naturales para introducirlos al tema en cuestión, por medio de la integración de determinados elementos que se encuentran dentro de su vida cotidiana. Con la finalidad de que por medio de la observación del objeto y un determinado análisis, describieran e ilustraran el objeto de su elección (fractal) por medio de algunas características como el tamaño, la estructura, la forma. De tal forma que pudieran ir describiendo las características que poseen los fractales.

Figura 19.

Representación de fractales naturales



Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

La primera actividad tuvo como resultados que los estudiantes eligieron y dibujaran un fractal natural de los que fueron llevados a ellos en el salón de clases, en donde se les indicó que redactaran un texto resaltando sus principales características que lograban observar. Como se puede observar en la **figura 19**, para el caso de dos alumnos A1, A2.

Uno de los estudiantes (A1) decidió elegir el brócoli en donde entre sus características resaltó el parecido que tiene esta verdura con un árbol, basándose en la similitud de sus ramas, que tiene un color verde, junto con una estructura dura y blanda a la vez en ciertas partes del objeto.

Como siguiente caso, otro de los alumnos (A2) decidió tomar como referencia el racimo de uvas donde destacó que se va formando por medio de la agrupación de varias de ellas conforme va creciendo al momento de ser cultivada. En donde pasa exactamente lo mismo que el brócoli, por medio de las pequeñas agrupaciones de uvas se va formando un racimo de uvas más grande a diferentes escalas.

En ambos casos por medio de la observación de los fractales naturales cada uno de los alumnos los describió a su propia manera, por medio de un tipo de representación ilustrativa (dibujo) y un texto. Al momento de observar los trabajos de los estudiantes se identificó que ninguno de ellos relaciono lo anteriormente planteado con el tema de fractales, cuando se les pidió que escribieran con qué contenido matemático lo relacionaban los temas fueron los siguientes: “Perímetros y áreas”, “Volumen”, “Figuras geométricas”, se obtuvo como resultado que el tema de fractales no es conocido por ninguno de los estudiantes en este grupo de estudio, pero ya era una situación conocida. Es importante rescatar el papel que tiene el proceso de las

representaciones matemáticas que le otorgan los alumnos a un determinado problema matemático para proporcionarle una determinada solución.

6.2 Sesión 2: Existencia de fractales y su aplicación matemática

A partir del desarrollo de la actividad, se observaron los siguientes resultados correspondientes a la segunda clase, la cual tenía como propósito que los estudiantes seleccionarán al menos 2 objetos de la clase anterior (fractales naturales) y a partir de ellos de forma numérica representarán la forma en que ellos se imaginaban cómo se iba desarrollando (creciendo) dicho objeto. Algunas preguntas detonadoras fueron:

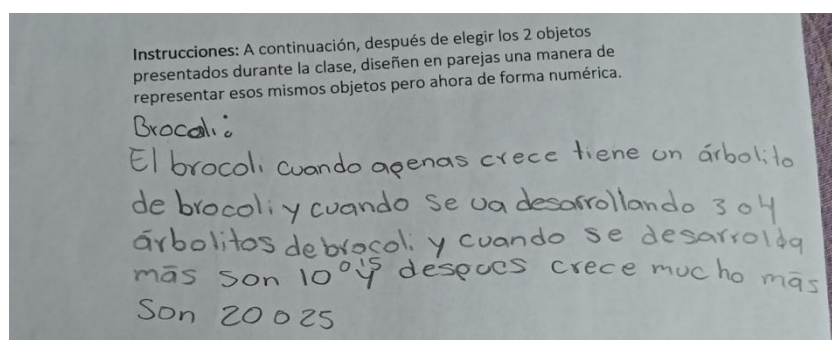
- ¿Creen que al momento de cultivar, por ejemplo el brócoli, esté crece de manera instantánea como lo conoces?
- ¿Estos objetos irán creciendo poco a poco?
- ¿Dependiendo de sus objetos elegidos cuando son cultivados, cuantos se imaginan que se desarrollan al principio? ¿Y después? ¿Cómo se imaginan que se va formando pero utilizando números?

Estas fueron algunas preguntas que se les plantearon a los estudiantes para que pudieran darse una idea de realizar la actividad, la cual esta vez fue desarrollada en parejas. A su vez, para que pudieran compartir sus propias ideas entre sí y poder relacionar la actividad anterior ahora con esta.

A continuación, se muestran algunos de los trabajos que fueron desarrollados por los estudiantes:

Figura 20.

Secuencia de un objeto 1



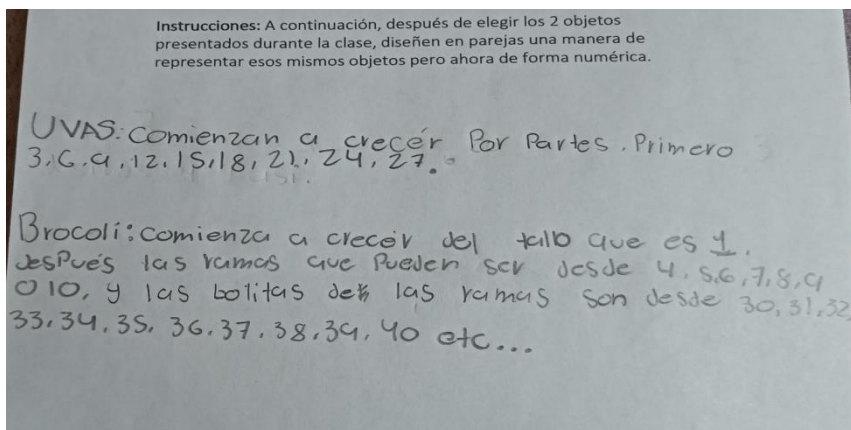
Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

Este primer trabajo (E1) realizado por los alumnos muestra que a partir de lo que ellos visualizan del objeto seleccionado, logran determinar que en este caso, el brócoli se va formando por el desarrollo de varios brócolis pequeños, los cuales denominan “arbolitos” para la formación de uno más grande.

Además, a pesar que se les pidió que representaran el crecimiento de dichos objetos de forma numérica, aun sin percatarse pero ellos mismos ya estaban empezando a trabajar con sucesiones numéricas, desde el momento que comenzaron a plantearse cómo era la forma en que se desarrollaba dicho objeto, En este caso, para ellos todo inicia desde un arbolito hasta llegar a tener 25 de ellos que formaran todo el brócoli en conjunto, pero con un cierto proceso de crecimiento que iría en aumento.

Figura 21

Secuencia de un objeto 2



Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

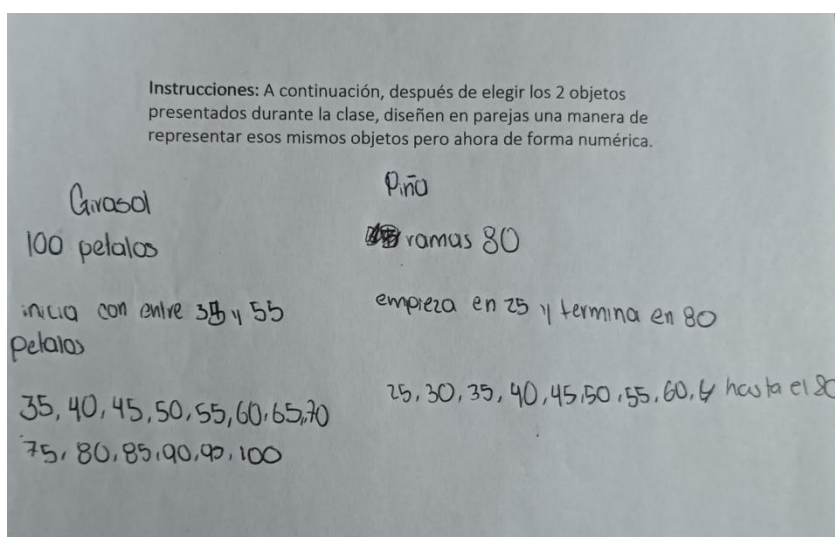
Este segundo trabajo (E2) muestra cómo los estudiantes al elegir las uvas primero identifican que va creciendo por partes, en donde para ellos su crecimiento comienza con 3 uvas, luego 6, después 9 y así sucesivamente hasta llegar al número 27 que fue el total de uvas que contaron que tenía en total al momento de manipular el objeto. En donde evidentemente se puede analizar que para los alumnos el desarrollo

del racimo de uvas iba de 3 en 3, por lo cual, en el instante que decidieron plantearlo de esta forma fueron creando una sucesión a partir de un fractal natural.

Posteriormente, su segundo objeto fue el brócoli en donde decidieron irse por dos caminos diferentes para formar su representación numérica, las cuales fueron tomando en cuenta sus ramas y las “bolitas” que se encontraban en la parte de arriba del brócoli. Aunque aquí se pudo identificar que ya empezaban sus sucesiones con números más grandes y que iban de uno en uno.

Figura 22

Secuencia de un objeto 3



Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

A continuación, se presenta este último trabajo (E3) de unos estudiantes en el cual eligieron como objetos el girasol y la piña, en donde para ellos el crecimiento de dichos artículos comienza desde los 35 pétalos y 25 ramas, pero ya considerando el total de ambas cosas que lograron visualizar durante la clase. En ambos casos, consideraron representarlo que el desarrollo de dichos objetos iban de 5 en 5, en donde sin darse cuenta lo representaron por medio de una sucesión numérica.

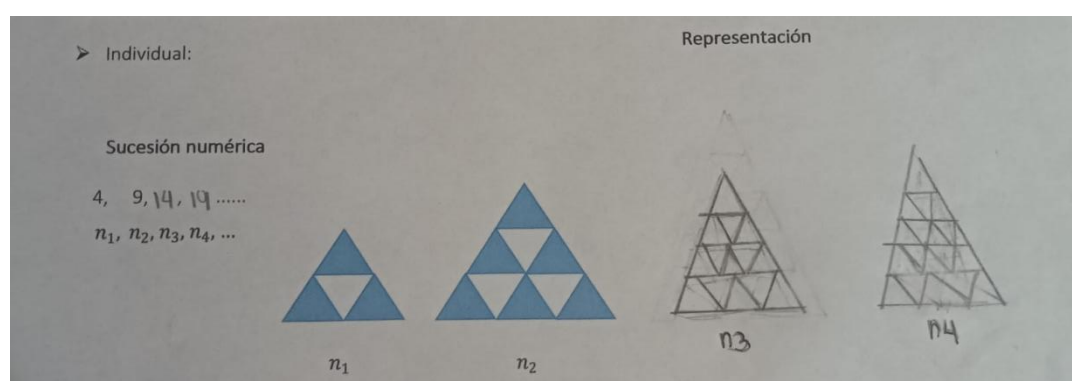
6.3 Sesión 3: No todo es números y letras

Individual

Los resultados obtenidos en la presente actividad demostraron que al momento de realizar la primera parte del trabajo de manera individual los estudiantes visualizaron y analizaron qué es lo que les pedía hacer, en donde identificaron que se trataba de una sucesión pero que contenía algunos detalles, entre ellos, que faltaban algunos números dentro del ejercicio y que además les pedía que completaran la actividad según la representación que le corresponde a la sucesión. Algunos de los trabajos de los alumnos son los siguientes:

Figura 23

Representación 1

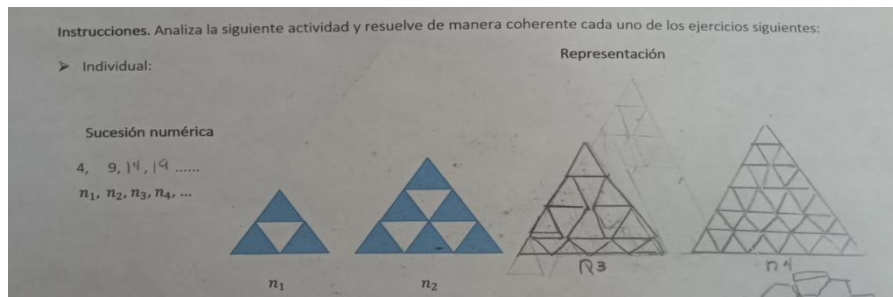


Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

El presente trabajo (A3) muestra cómo de manera individual uno de los estudiantes relacionaron la parte numérica de la sucesión con su parte visual, en primera para determinar cuáles números seguían y así posteriormente saber cuántos triángulos debía de tomar en cuenta para desarrollar las siguientes dos figuras. Aquí claramente se puede observar que incluso el alumno no está muy acostumbrado a trabajar con trazos que sean realizados con lápiz y papel, aunque también se puede realizar con otro tipo de materiales.

Figura 24

Representación 2

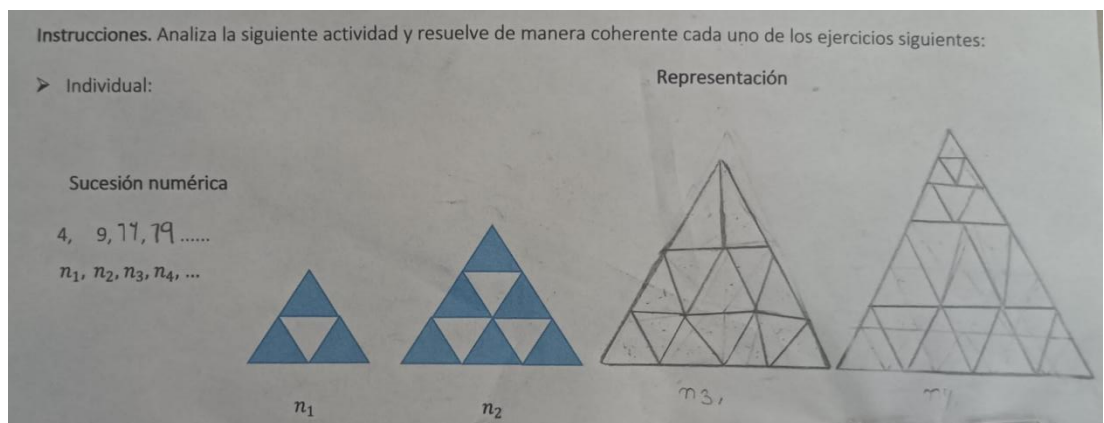


Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

El segundo trabajo (A4) muestra que el estudiante presenta más dificultades en la parte de la crear las siguientes dos figuras correspondientes de la sucesión que en la parte numérica, debido a los borrones que se pueden observar en la imagen pero que aun así trato de hacerlas.

Figura 25

Representación 3



Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

Por último, tenemos este tercer trabajo de un estudiante (A5) donde igual que los trabajos anteriores muestra que el estudiante logra realizar la parte numérica con mayor facilidad, pero en la mayoría de ellos existen varias marcas de goma, donde estuvieron intentando una y otra vez armar la figura hasta donde finalmente lograron hacerlo.

Algunas de los diálogos relevantes de esta actividad con los alumnos fueron los siguientes:

Conversación 1

Docente (D) : ¿Cómo va?

Estudiante (E1) : Según yo va de 5 en 5

D: ¿Seguro?

E1: Sí maestra, porque si los vamos restando uno con otro da 5.

Aquí se puede observar que el estudiante encuentra su propio método para descifrar cómo se va desarrollando la sucesión que se le presenta en el ejercicio.

Conversación 2

E2: Aquí va de 3 en 3

D: ¿Va de 3 en 3? ¿Por qué?

E2: Sí, porque mire si contamos solo los triángulos azules de cada figura se forma otra sucesión que va de 3 en 3.

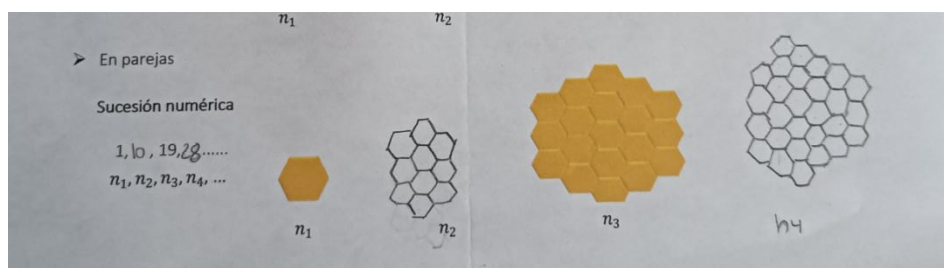
En otro caso, con otro de los estudiantes se puede analizar que a pesar que se le asignó la siguiente sucesión 4, 9, 14,..., en el instante que observa las figuras se da cuenta que incluso se puede formar otra sucesión si solo se consideran los triángulos azules la cual iría de 3 en 3.

En parejas

A continuación, los estudiantes procedieron a elaborar el resto de la actividad pero ahora en parejas, con un ejercicio similar al del trabajo individual, pero con una sucesión y representación distinta. Algunos de los trabajos de los alumnos son los siguientes:

Figura 26

Representación 4

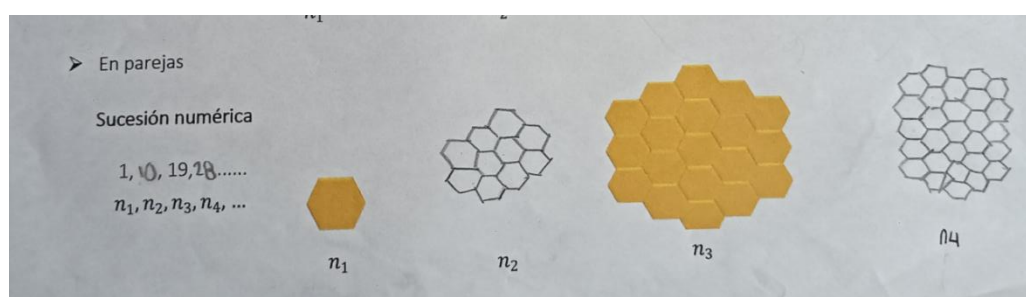


Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

El presente trabajo elaborado por dos estudiantes (E4) muestra desde un principio realizaron la parte numérica para determinar qué números faltaban en la sucesión y así poder realizar las figuras correspondientes en la parte de la representación. Al principio los alumnos tuvieron dificultades al momento que observaron que entre la misma sucesión había espacios en blanco, pero por medio del trabajo en parejas lograron encontrar una solución, además ambos trataron de visualizar cómo estaba formada para poder diseñar una forma de acomodar las figuras faltantes pero que llevaran un orden. La estrategia que los estudiantes emplearon para la representación de la figura fue de qué manera visual lo asociaron con la estructura de un panal de abejas y a partir de ahí fueron contando cada una de las figuras que lo conforma por columnas para tratar de determinar la estructura de la figura. En este trabajo incluso se puede observar que tuvieron un mayor cuidado al momento de elaborar las representaciones correspondientes de la sucesión.

Figura 27

Representación 5



Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

El siguiente trabajo es de otra pareja de estudiantes (E5) en los cuales lograron resolver la parte numérica con mayor facilidad, pero trataban de ser cuidadosos al momento de elaborar la representación de la sucesión, para no equivocarse. Aunque todavía les faltó desarrollar aún más la representación de la figura que le correspondía de acuerdo a la posición en que se encontraba. Se logró observar que una parte de los estudiantes no están acostumbrados a relacionar lo numérico con lo visual, pero siempre trataban de realizarlo para que se viera estético. Los estudiantes se enfocaron en analizar cada una de las secuencias que se les proporcionaban para que tuviera una construcción lógica y correcta.

Conversación 3

E3: Para mí va de 18 en 18

E4: ¿Cómo va ir de 18 en 18?

E3: Espera no ya vi de cuánto va de hecho parece como un panal de abejas

E4: Ya vez te dije va de 9 en 9

D: Esta bien pero no lo regañe

En algunos de los casos cuando se decidió trabajar en parejas se pudieron observar varias conversaciones de este tipo, en cómo un alumno deduce el ejercicio y de alguna forma le ayuda a su compañero a comprenderlo.

Figura 28

Autorreflexiones de los alumnos de la actividad

MI reflexión sobre mi actividad:
Aprendí a que por medio de los números se pueden hacer formas o patrones de diversas figuras, también aprendí a poder saber como se realiza una sucesión y como puedo saber que número sigue e ir descubriendo cada uno, y por último aprendí a seguir la sucesión sumando cada número de como esta la sucesión. la verdad no se si me di a entender pero ya, gracias!!

Figura 29

Aprendí que con solo números se puede armar o formar alguna figura y no solo los dibujos se representan con arte si no tambien con números, aunque hay algunas veces que forma una forma extraña que no se si se considera figura, por ejemplo un triangulo si lo formas con 3 triangulos no se podria por ser un impar.

Figura 30

En esta actividad pude aprender más sobre las sucesiones, pues debo admitir que al principio se me hizo algo difícil. otra cosa que aprendí fue a trabajar en equipo pues casi siempre las actividades son individuales y a mi casi no me gusta trabajar en equipo pero esta vez trabajé muy bien.

Figura 31

Pues ya aprendí sobre hacer más series numericas, a poner a trabajar mi mente para saber que numero seguia y todo eso. Estuvo interesante la actividad ya que no se me hizo tan difícil, solo se me hizo difícil ~~la~~ representarlo ~~con~~ con dibujos pero pues estuvo padre.

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

6.4 Sesión 4: Diversos tipos de representaciones

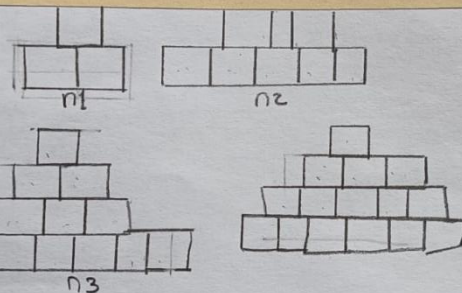
Durante esta clase se tuvo como propósito que los estudiantes mediante la sucesión que se les otorgaba, desarrollaran algún tipo de representación acorde al ejercicio y a partir de ahí, pudieran plantear alguna especie de fórmula, regla o procedimiento que les permitiera conocer al menos otros dos términos que continuarán las sucesiones correspondientes.

Individual

Primeramente se trabajó de forma individual con una sucesión en donde cada estudiante debía de elaborar una representación acorde a ella, proporcionando algún método para descubrir sus siguientes dos elementos. Algunos de los resultados son los siguientes:

Figura 32

Representación individual 1

Individual			
Sucesión	Representación	Regla general (a_n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?
3, 7, 11, 15, ...		Sumar de 4 en 4 $4 = 4n$	19, 23

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En la **figura 32**, se puede observar cómo a partir de la sucesión dada como ejercicio (A6) decide utilizar como representación una especie de cuadrados que van

apilados conforme va en aumento el desarrollo de la sucesión. Para posteriormente, en el momento en que lo analiza deduce que va de 4 en 4, lo cual quiere decir que al último número que se tiene se le va a sumar 4, para poder conocer el siguiente elemento de la sucesión y es por ello que (A6) determina a través de su fórmula que los siguientes números son 19 y 23.

Dentro de las representaciones se logra observar que los estudiantes logran detectar la secuencia en que se desarrolla la sucesión pero al momento de realizar la figura correspondiente de acuerdo a la posición que ocupan el acomodo de las piezas no lleva un orden en específico.

Figura 33

Representación individual 2

➤ Individual

Sucesión	Representación	Regla general (a_n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?
3, 7, 11, 15, ...		$a_n = a_1 + (n-1)d$ $a_1 = 3$ $d = 4$ $a_n = 3 + (n-1)4$ $a_n = 4n - 1$	19, 23

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

El segundo trabajo elaborado por (A7) es muy similar al anterior solo con la diferencia que el estudiante decidió implementar rectángulos para su representación. Y al momento de plantear alguna especie de fórmula que le permita conocer los siguientes dos números de dicha sucesión, se puede analizar que lo plantea de una forma algebraica, y es aquí donde se puede observar que está combinando la parte geométrica con la algebraica.

Los estudiantes llegaron a este procedimiento principalmente porque para ellos “n” lo representaban para número, tratando de idear una especie de fórmula que tuviera coherencia para ellos y sentido para quien lo leyera.

Figura 34

Representación individual 3

Individual			
Sucesión	Representación	Regla general (a_n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?
3, 7, 11, 15, ... 4 - 4 - 4 - 4		restar el número de adelante del primer número y así puede que de de el resultado, y sino pues sumar hasta que te de el número	19, 23

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En el tercer trabajo (A8) se puede analizar que primero empezó obteniendo las diferencias entre los números de la sucesión, donde indicio que es de 4. Después comenzó a representar dicha sucesión por medio de cuadrados tratando de formar una determinada figura que va aumentando de manera progresiva. Finalmente, obtiene como fórmula que se debe de realizar una resta entre el primer número y el de adelante para obtener la diferencia en este caso y sumarlo con el último número de la sucesión que se aprecia ver.

Figura 35

Representación individual 4

Individual			
Sucesión	Representación	Regla general (a_n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?
3, 7, 11, 15, ...		$4n - 1$	19, 23

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

Como último trabajo se encuentra la figura 35, en donde (A9) decidió representar la sucesión por medio de los racimos de uvas e incluso los coloreo de color morado para poder destacarlos aun mas. En donde para el estudiante su fórmula fue $4n - 1$, en donde “n” representa el lugar que ocupa el número de la sucesión que quieres encontrar.

Parejas

Como siguiente actividad, se les pidió a los alumnos que ahora se juntarán en parejas para realizar el ejercicio, en donde tendrían que realizar exactamente lo mismo pero ahora con una sucesión completamente diferente a la anterior. En el cual podrían intercambiar sus ideas y opiniones con su compañero para el desarrollo de la actividad.

Figura 36

Representación en parejas 1

Parejas			
Sucesión	Representación	Regla general (a_n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?
2, 7, 12, 17, ... $5 + 5 - 5$		11 sumando hasta que te de el número de adelante y así sucesivamente	22, 27

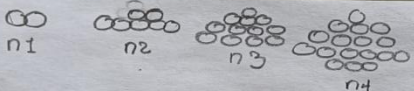
Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En la **figura 36**, se puede observar que esta pareja de estudiantes (E6) decidió representar esta sucesión con racimos de uvas, en donde empezaron a obtener las diferencias entre cada uno de los números de la sucesión, determinando que su

diferencia es de 5. En donde su fórmula fue ir sumando precisamente este mismo número con el último elemento de la sucesión y así poder obtener los siguientes dos términos que les pedía la actividad.

Figura 37

Representación en parejas 2

Sucesión	Representación	Regla general (a_n)	¿Cuáles son los dos términos que continúan con la sucesión?
2, 7, 12, 17, ...	 n_1 n_2 n_3 n_4	$+5$ va de 5 $a_n = 5n - 3$	22, 27

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

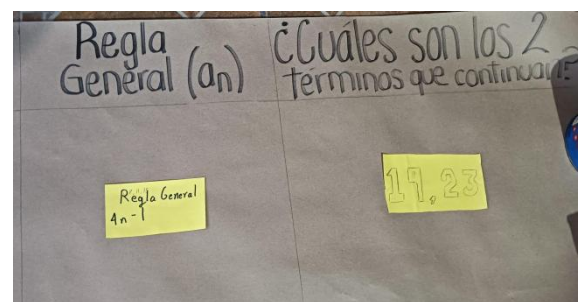
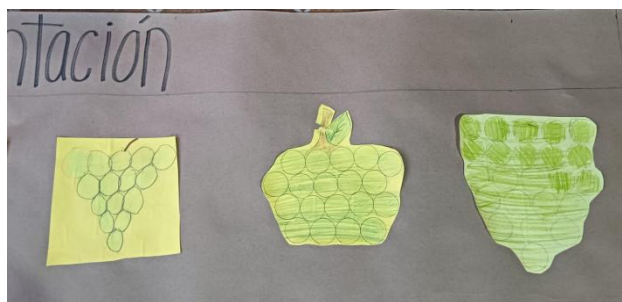
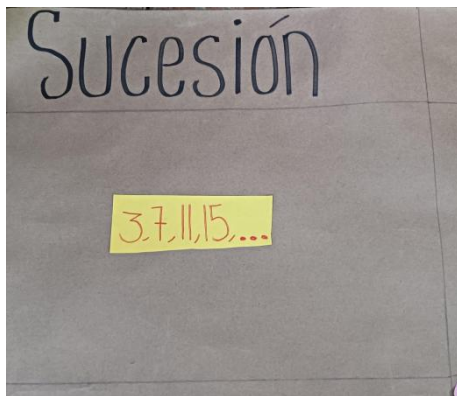
Como segundo trabajo se tiene la siguiente pareja de estudiantes (E7) en donde utilizaron como representación de la sucesión círculos apilados unos con otros, tratando de ir formando una figura. En donde obtuvieron como regla que va de 5 en 5 la sucesión y que sus siguientes dos números son el 22 y 27.

En equipos

La siguiente actividad se realizó en 3 equipos en donde los alumnos fueron distribuidos de manera equitativa para trabajar, junto con los materiales para realizarla (hojas iris, tijeras, resistol, lápiz y marcadores) el ejercicio consistió en que a cada equipo se les dio una sucesión y a partir de ella debían realizar algún tipo de representación de su elección, formular alguna especie de regla o fórmula, que les permitiera saber qué otros números siguen en su sucesión.

Figura 38

Representación equipo 1



Fuente: Acervo personal de los alumnos (2026)

El presente trabajo fue realizado por el primer equipo de estudiantes el cual se ve reflejado en la **figura 38**, en donde a ellos se les asignó la siguiente sucesión: 3, 7, 11, 15..., en donde se les pidió que deberían de completar la tabla que se mostraba en el papel craft con los datos de su ejercicio, en donde tenían la completa libertad de elegir el tipo de representación que quisiera cada equipo.

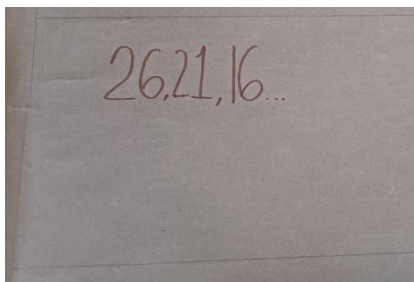
En este caso, el equipo 1 decidió representar su sucesión por medio de uvas, en donde cada uno de ellos se enfocó en la realización del dibujo por medio del lápiz y papel (además que decidieron colorearlo), entre ellos mismos seleccionaron un jefe de equipo quien les iba indicando que debían de hacer. Posteriormente, se pusieron a discutir sobre cómo podían crear una fórmula o regla que les permitiera saber qué números siguen, cada uno tenían sus propias ideas y opiniones pero fue el líder del equipo quien tomó todos esos argumentos y los plasmó en una fórmula, en donde para

ellos “n” significaba “número”. Y al final lograron encontrar los siguientes dos números que continuaban dentro de su sucesión.

Se convirtió en una oportunidad en donde el alumno más tímido de la clase se logró integrar con sus compañeros y apoyarlos al momento de dibujar la representación de la sucesión.

Figura 39

Representación equipo 2



Fuente: Acervo del alumnado (2026)

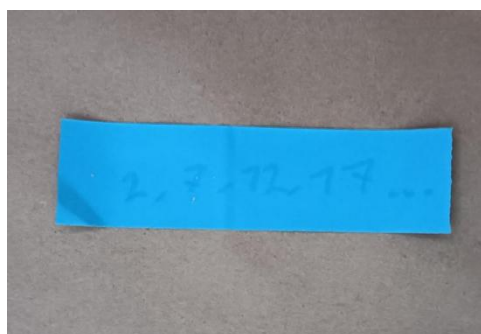
El siguiente trabajo fue realizado por el equipo 2, en donde a ellos se les otorgó una sucesión diferente, la cual era la siguiente: 26, 21, 16,..., en donde se puede observar que esta sucesión va decreciente y precisamente fue algo que mencionaron los estudiantes que para ellos estos números iban disminuyendo. Este equipo se encontraba mayormente conformado por mujeres en donde decidieron utilizar como su propia representación de la sucesión los corazones.

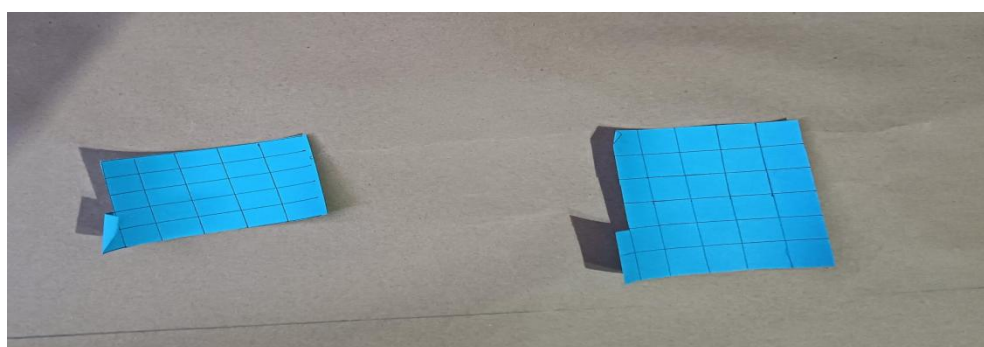
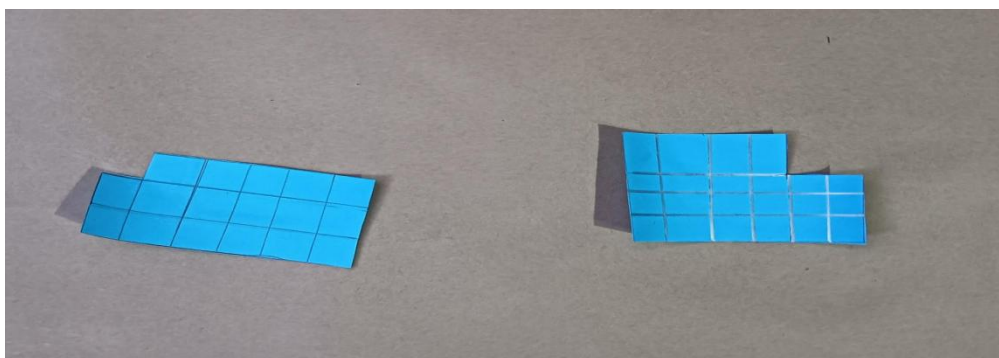
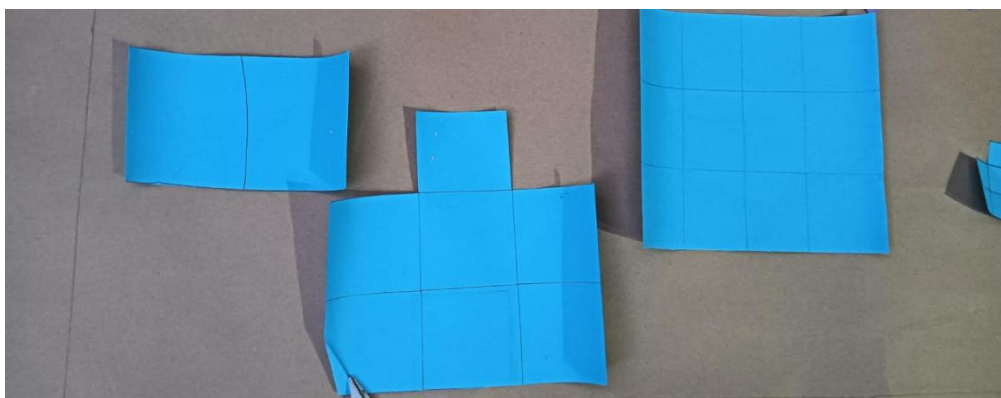
Igual que en el equipo anterior entre ellos designaron a un líder de equipo quien dividió las tareas con el resto de los integrantes, aquí se pudo observar un buen trabajo en equipo porque todos sus integrantes participaban desde el diseño de la representación así como el acomodo de las piezas. Los estudiantes mostraron sus resultados en donde para ellos una forma de saber que número continua fue escribiendo su fórmula " $5n + 21$ " donde "n" significaba para ellos el lugar del número que querían encontrar multiplicado por 5 y luego sumarle 21. Aunque claramente es notorio que había escrito otra fórmula, algunos integrantes no estaban de acuerdo, en donde empezaron a discutir y al final decidieron anotar esta última como su respuesta definitiva.

Al final según su fórmula lograron encontrar los siguientes números que continuaban con el ejercicio. Los alumnos se sintieron cómodos durante la elaboración de la actividad porque aunque se sentían presionados por el tiempo era algo distinto a sus clases de matemáticas.

Figura 40

Representación del equipo 3





Regla general
 Al número mayor que
 tengamos le restamos
 el número menor que
 sigue y el resultado
 se lo sumamos al
 mayor
 $17 - 12 = 5$
 $17 + 5 = 22$

27, 32

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En el tercer y último equipo se les encomendó la siguiente sucesión: 2, 7, 12, 17, ..., en donde claramente se puede observar en las imágenes que este grupo de alumnos decidió utilizar como representación de su sucesión los cuadrados pero apilados como en bloques, por medio de las hojas de iris utilizando lápiz y regla.

Aquí cada integrante eligió un número de la sucesión para representarlo, en donde a su vez en equipo discuten cuál sería una forma de explicar cómo encontrar los siguientes números del presente ejercicio. Llegaron a la conclusión que para saberlo ellos debían de realizar primero una resta con el número mayor del ejercicio menos el número menor que se encontraba antes de él y de ahí encontraban su diferencia, y precisamente eso se lo sumaban al número mayor para encontrar el siguiente elemento del ejercicio.

Figura 41

Representaciones de los trabajos en equipos.



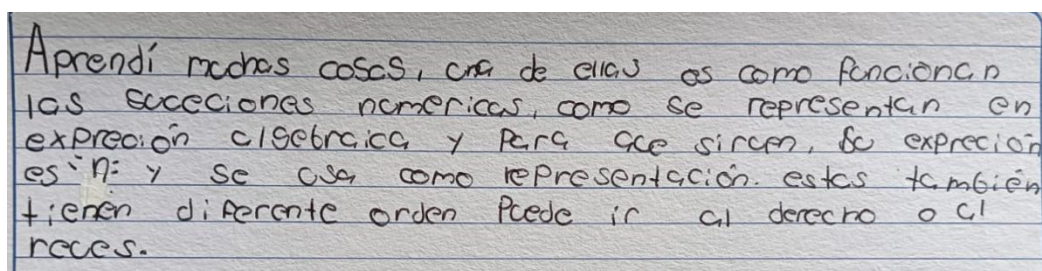
Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En la **figura 41** se puede observar las distintas representaciones de las sucesiones que se les brindó a cada uno de los equipos, en donde tuvieron la completa

libertad de representarlas a su propia manera y creatividad. Además tuvieron la oportunidad de desarrollar dos figuras más para continuar con el ejercicio y diseñar alguna fórmula que les permitiera encontrar los siguientes números. Claramente se puede notar que es un trabajo que tuvo la intención de combinar la parte numérica con la geometría.

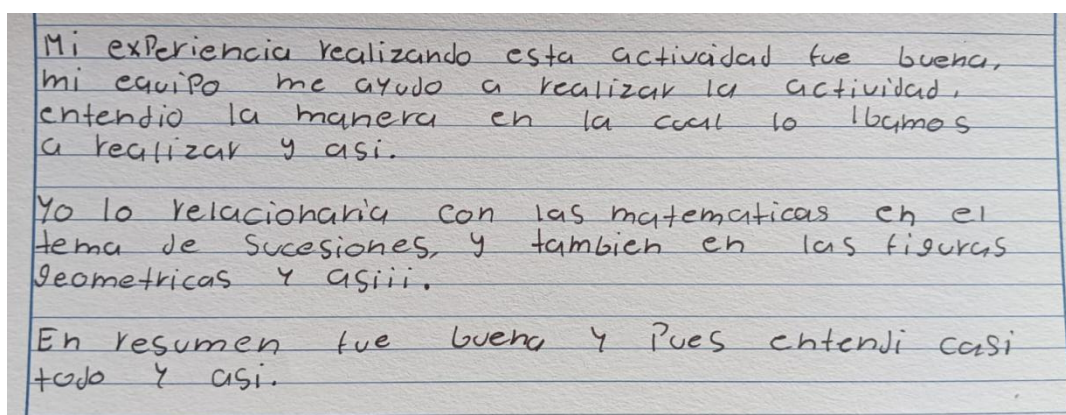
Figura 42

Autorreflexiones de la actividad por parte de los estudiantes.



Aprendí muchas cosas, una de ellas es como funcionan las sucesiones numéricas, como se representan en expresión algebraica y para que sirven, la expresión es n^2 y se usa como representación. estas también tienen diferente orden puede ir al derecho o al revés.

Figura 43

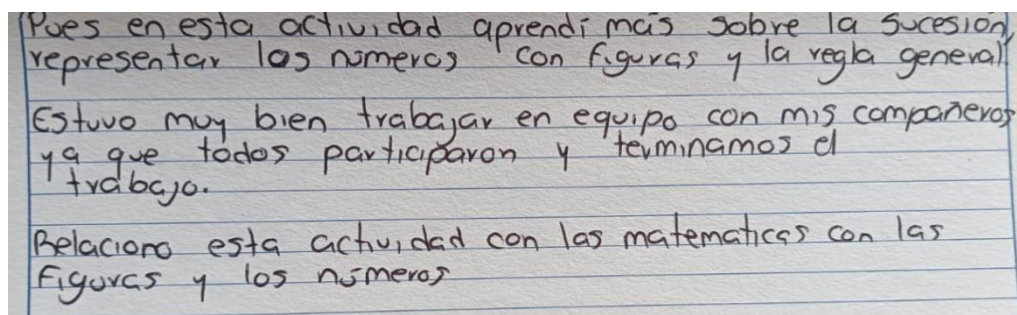


Mi experiencia realizando esta actividad fue buena, mi equipo me ayudo a realizar la actividad, entendió la manera en la cual lo habíamos a realizar y así.

Yo lo relacionaría con las matemáticas en el tema de Sucesiones, y también en las figuras geométricas y así.

En resumen fue buena y pues entendí casi todo y así.

Figura 44



Pues en esta actividad aprendí más sobre la sucesión, representar los números con figuras y la regla general.

Estuvo muy bien trabajar en equipo con mis compañeros ya que todos participaron y terminamos el trabajo.

Relaciono esta actividad con las matemáticas con las figuras y los números

Fuente: Acervo personal de los alumnos (2026)

6.5 Sesión 5: Fractales de papel.

Para la cuarta sesión se decidió aplicar con los estudiantes la elaboración de fractales de papel por medio de la manipulación de lápiz, tijeras y hojas iris. Para ello, desde un principio nunca se les dijo sobre lo que se iba a elaborar con exactitud, lo cual mantuvo el interés de los alumnos por la actividad.

Figura 45

Fractales de papel elaborados por estudiantes.

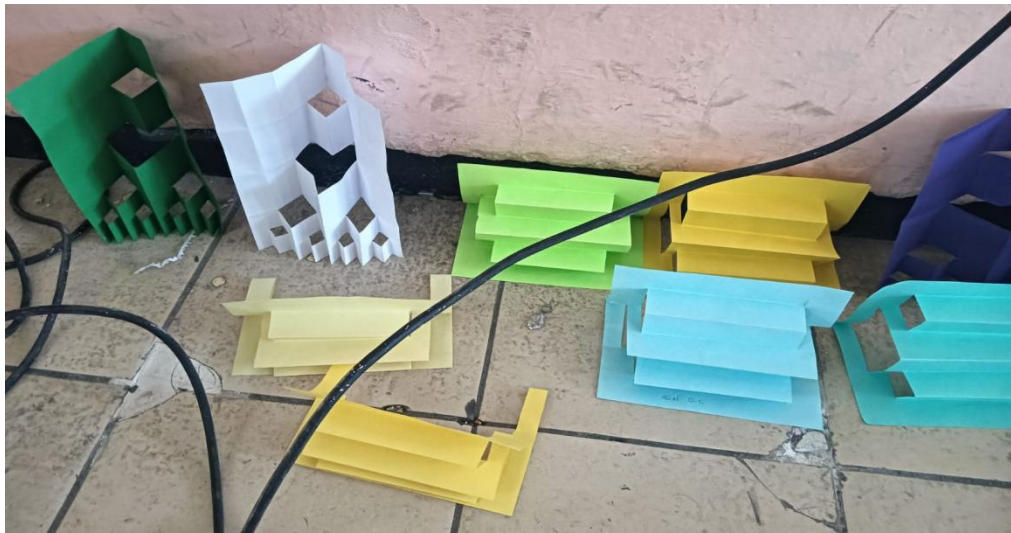


Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En la **figura 45** se puede visualizar algunos de los dos tipos de fractales que fueron elaborados por los alumnos paso a paso, en donde claramente se pudo observar como la actividad logró captar la atención de los estudiantes, porque a pesar que había quienes tenían dificultad al momento del armado del fractal mostraban interés en preguntar cuando tenían dudas sobre ello. Además que fue también un desafío para ellos porque no están acostumbrados al manejo del papel con tijeras.

Figura 46

Fractales de papel



Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

La mayor parte de los estudiantes no tenían idea exactamente qué es lo que daría como producto los dobleces y los cortes en el papel, hasta que ya lo vieron terminado por completo. Al ver el trabajo terminado tenían curiosidad de saber qué era exactamente lo que habían construido, la mayoría del grupo lo familiariza con origami.

En el momento en que se les preguntó ¿Qué se imaginan que acabamos de construir? La mayoría de las respuestas fueron encaminadas al origami. Posteriormente se les cuestionó ¿Saben qué es un fractal?, la mayoría del grupo tenía dudas y curiosidad sobre ello. Solo un alumno contestó que ya lo había escuchado con

anterioridad pero no sabía con exactitud qué era, pero solo fue un alumno de 34 que había en el grupo.

A partir de todas las actividades realizadas con anterioridad se les pidió a los alumnos que realizarán una pequeña reflexión escrita sobre lo que ellos consideran o se imaginaran que es un fractal, en donde se obtuvieron algunas de las siguientes respuestas:

Figura 47

Reflexiones de los estudiantes sobre un fractal

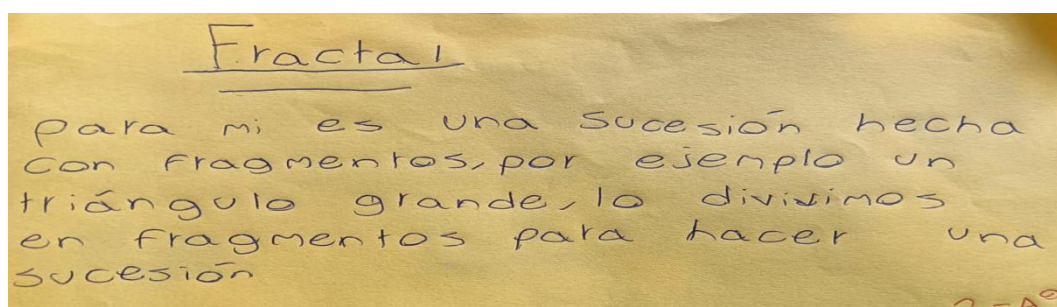


Figura 48

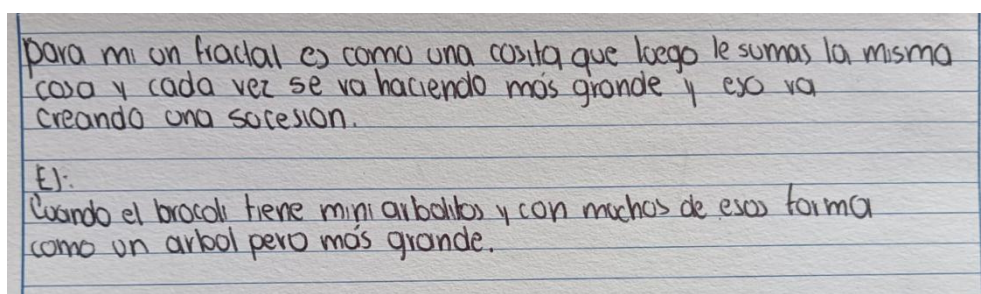


Figura 49

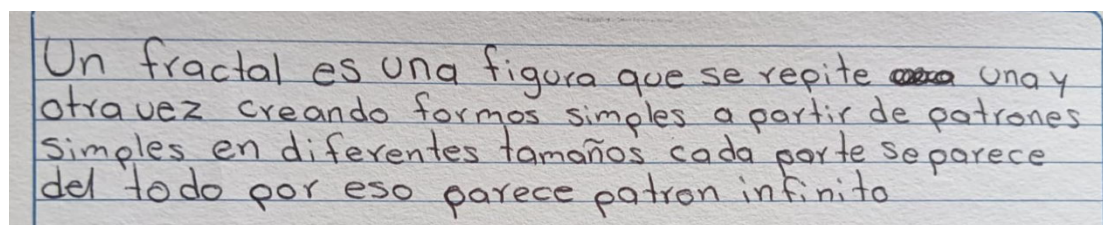


Figura 50

Aprender sobre algo llamado fractal el cual este consiste en formar algo con una sola figura mediante papel, objetos etc. el caso es que se forme algo con una forma o figura y con una cierta cantidad y esto se puede ver a través de una sucesión.

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

Además se les indicó a los estudiantes que mientras se realizaba el desarrollo de ambas figuras de papel, en una hoja fueran anotando los pasos o la posible sucesión que se podía formar. Algunos de los resultados fueron los siguientes:

Figura 51

Estructura de una sucesión

1- Doblamos de manera horizontal, 2- Cortamos una esquina del tamaño de nuestro pulgar y la mitad, 3- la misma del otro lado, 4- la parte del medio la doblamos hacia arriba, 5- luego la parte del medio la doblamos hacia dentro, 6- cortamos de la esquina doblada un pulgar de espacio, 7- la parte de abajo la doblamos hacia arriba, 8- la doblamos hacia dentro esas partes 9, y 10 lo abrimos y ya tenemos nuestra escalera

La sucesión que nos fue de más grande a más grande pequeño y cuando la escalera un fractal se puede formar a partir de sucesiones

$$q_n = 3^{n-1} \quad n = \text{numero de posición}$$

Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

De alguna forma, por medio de la observación del proceso del fractal de papel los estudiantes trataron de armar los pasos de la secuencia del armado y una posible sucesión.

6.6 Sesión 6: La creación de fractales por sucesiones exponenciales

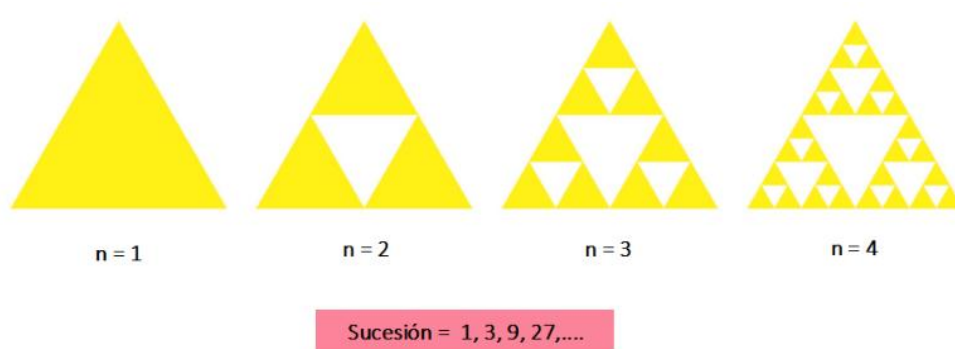
Durante el desarrollo de esta actividad se pretendió llegar a la institucionalización del trabajo por medio de todas las actividades que se fueron desarrollando durante el transcurso del plan de acción. Con la intención de retomar y dejar en claro la definición de un fractal como tal y como es el desarrollo de uno de ellos, por medio de una sucesión en este caso exponencial.

Para ello, fue importante retomar desde el punto de vista del desarrollo de su fractal de papel del Triángulo de Sierpinski, para que quedara más claro con los estudiantes el cómo se relacionan las sucesiones con los fractales.

Se realizó esta etapa mediante las tarjetas de la definición de cada uno de los estudiantes sobre un fractal para realizar la institucionalización de lo anteriormente visto. A partir de ello, se realizó la explicación correspondiente del ejemplo del Triángulo de Sierpinski con una sucesión exponencial de la siguiente manera en el pizarrón.

Figura 52

Ejemplo de la institucionalización



Fuente: Elaboración propia.

Se les presentó el siguiente esquema para poder formalizar como tal ya todo el conocimiento que fue adquirido por los estudiantes durante las sesiones anteriores, para posteriormente trasladarlo a un recurso tecnológico en las próximas clases.

6.7 Sesión 7 y 8: Fractales con Geogebra

Dentro de la última sesión de este plan de acción los estudiantes debían tratar de elaborar un fractal de su elección por medio de una sucesión, de acuerdo con las características de un fractal. Además se les pidió que de manera individual en sus casas descargaran la aplicación de Geogebra para que pudieran ir explorando la plataforma y checar las herramientas con las que cuenta.

Al principio en que se les mencionó la palabra “Geogebra” se pudo observar que ninguno de los estudiantes tenían idea sobre ello, donde de manera grupal mencionaron que nunca habían trabajado con esta herramienta.

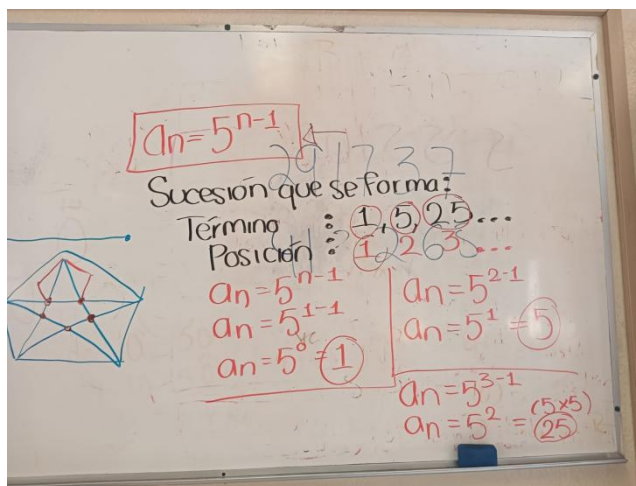
Para la realización de esta actividad se les pidió a los estudiantes que acudieron al salón de “Informática I” en donde si era posible (debido a la cantidad de computadoras con las que cuenta el aula) llevarán su celular con la aplicación ya descargada.

De manera introductoria se les proporcionó un pequeño taller de cómo podían utilizar la aplicación de Geogebra para construir un fractal por medio de una sucesión que ellos tuvieran ya hecha, con las características de dicho objeto.

Figura 53

Taller de fractales con Geogebra





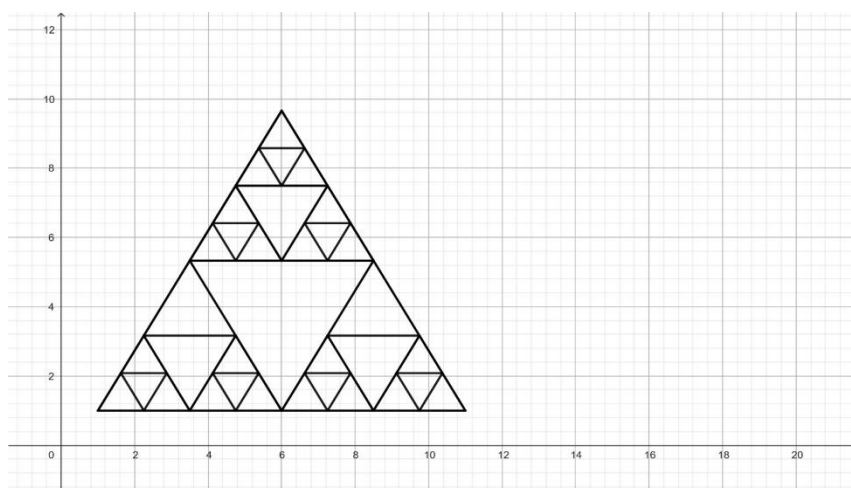
Fuente: Elaboración propia.

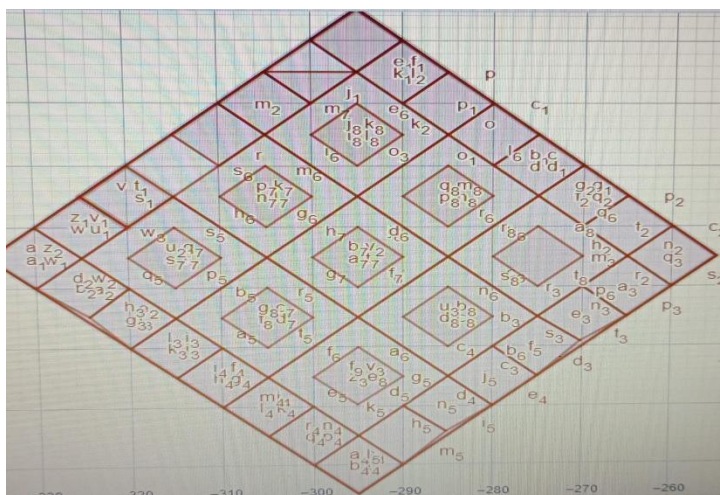
Dentro de este taller se tuvo la intención de enseñarle a los estudiantes el cómo a partir de una sucesión ellos podían desarrollar un fractal pero con apoyo de recursos tecnológicos y no solo con hojas o lápiz y papel.

Posteriormente se les indicó a los estudiantes que ahora era su turno de realizar algún fractal en la aplicación de Geogebra, que fuera de su elección y creatividad. Para ello algunos de los fractales desarrollados por los estudiantes son los siguientes:

Figura 54

Fractales elaborados por los alumnos en Geogebra





Fuente: Acervo personal del alumnado (2026)

En ambas ilustraciones se puede observar que ambos alumnos por medio de su creatividad tratan de crear la representación de un fractal por medio de una sucesión, cómo se logró observar en el taller mediante el uso de Geogebra.

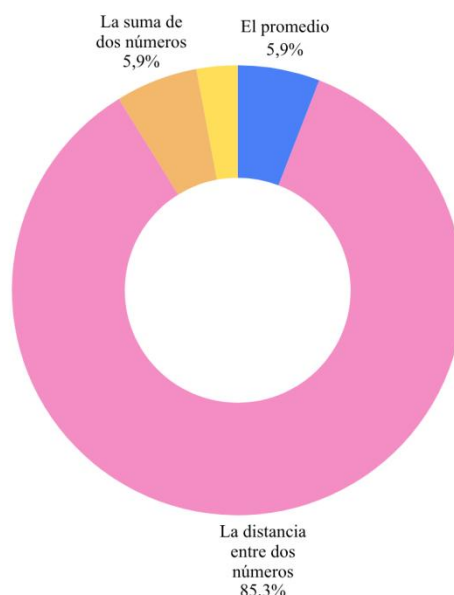
Los estudiantes de alguna u otra forma plasman lo aprendido durante las sesiones en esta actividad, además que incluyen el uso de tecnologías desde la adquisición de nuevos conocimientos para poder utilizar esta plataforma.

6.8 Resultados finales

A continuación, se muestran los resultados correspondientes generados de una evaluación correspondiente después de la implementación del plan de acción, donde se analiza lo siguiente:

Figura 55. Pregunta 1

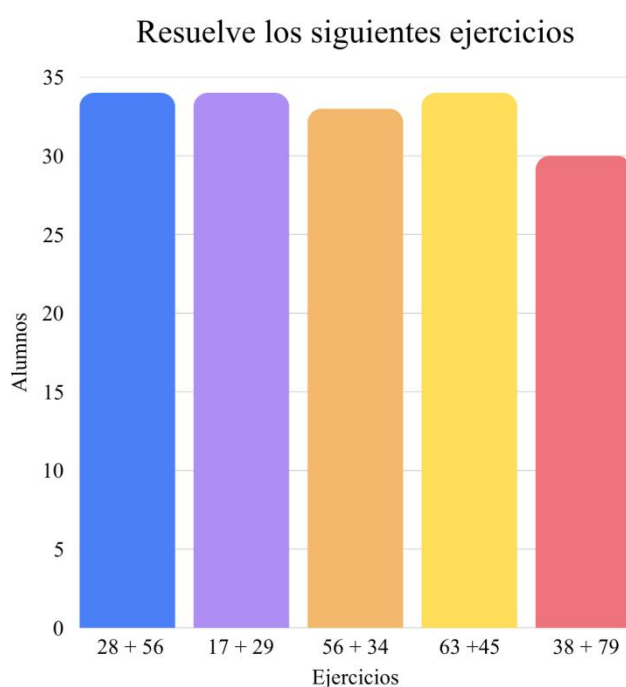
¿Con cuál concepto se relaciona la siguiente definición " Es el número de unidades que los separa en la recta numérica"?



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 55** se puede analizar que hay un avance sobre el concepto de la distancia entre dos puntos en comparación del análisis previo que se realizó antes de la implementación del plan de acción. Desde el momento en que tenían que determinar los términos faltantes de las correspondientes sucesiones. Lo cual demuestra que al menos un 85% de los estudiantes logró comprender mejor este concepto clave dentro del contenido de sucesiones.

Figura 56. Pregunta 2

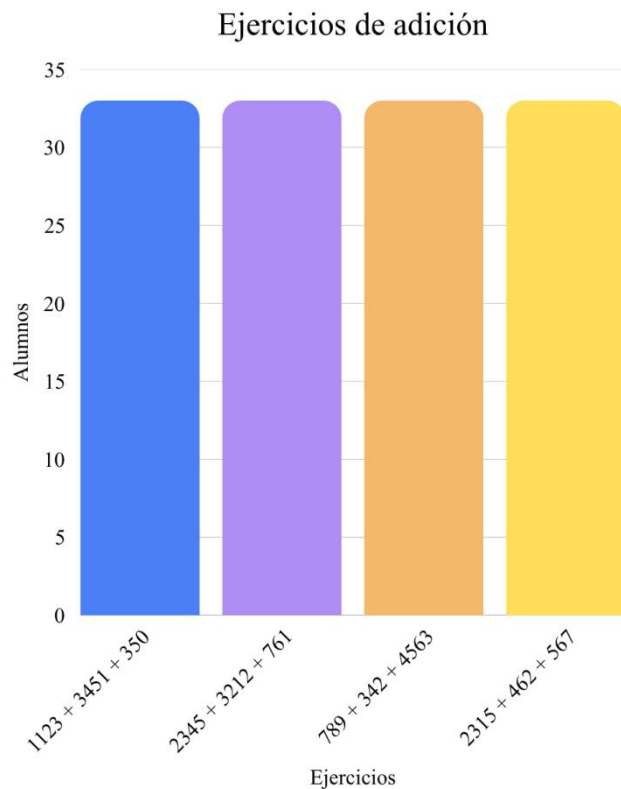


Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 56** es posible observar que a pesar que son operaciones básicas de adición, en el primer intento que se realizó antes de la implementación del plan de acción existieron alumnos que presentaron dificultades al momento de realizar las operaciones, pero ahora se puede analizar que después de estar trabajando con los estudiantes evidentemente se ve una mejoría al momento de resolver este tipo de ejercicios similares a los de la primera ocasión. Obteniendo como resultados que casi

la mayoría del grupo logró responder de manera acertada a casi todos los ejercicios propuestos en la evaluación.

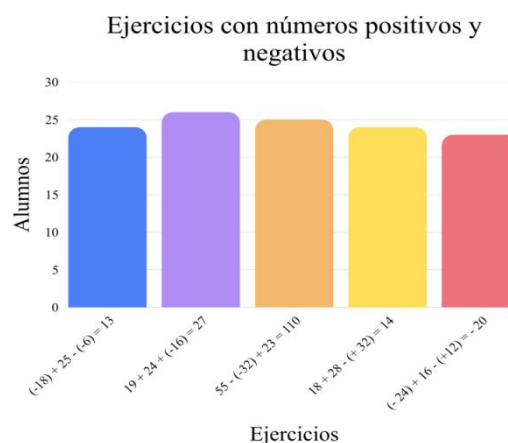
Figura 57. Pregunta 3



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 57** es posible observar que al momento de resolver ejercicios que se relacionen con las leyes de los signos, algunos de los estudiantes presentan dificultades al momento de realizarlos, más en los casos que se encuentran con paréntesis dentro de las operaciones. Aún se tienen dificultades al resolver este tipo de operaciones con números positivos y negativos.

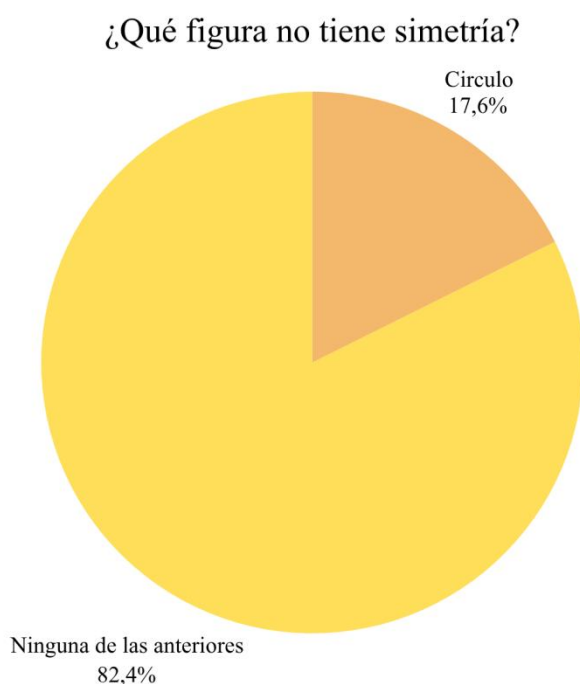
Figura 58. Pregunta 4



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 58** se puede observar como casi todos los estudiantes lograron responder de manera correcta a los ejercicios propuestos sobre adicción pero ahora con 3 y 4 cifras aproximadamente con al menos 3 cantidades a la vez.

Figura 59. Pregunta 5

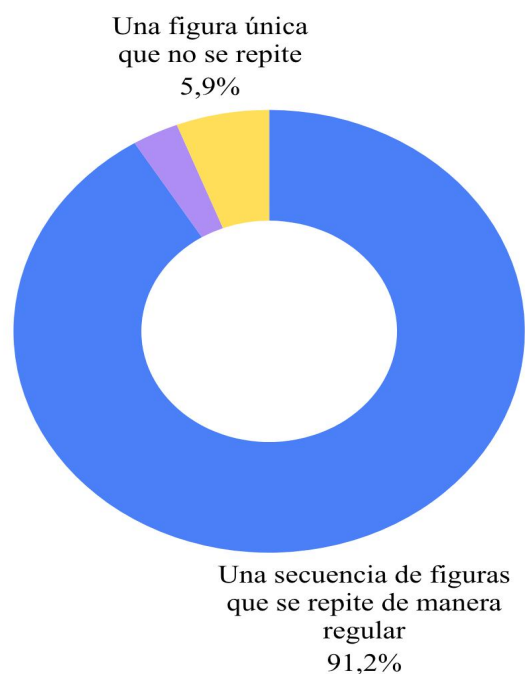


Fuente: Elaboración propia.

Cómo es posible observar en la **figura 59**, dentro de la pregunta 5 existieron las siguientes opciones de respuesta: cuadrado, rectángulo, círculo y ninguna de las anteriores. En donde es notorio observar que los estudiantes de este grupo eligieron sólo entre dos opciones como se muestra en la gráfica. Aunque aún existen confusiones sobre la simetría es posible rescatar que un 82% del grupo contestó de manera correcta el ejercicio. En el plan de acción se trató de abordar desde el acomodo que los estudiantes le daban al momento de la representación visual de sus sucesiones.

Figura 60. Pregunta 6

Para ti ¿Qué consideras que es un patrón?

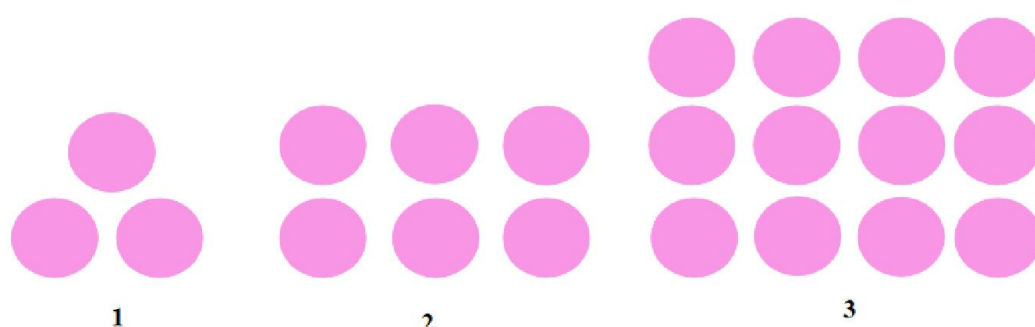


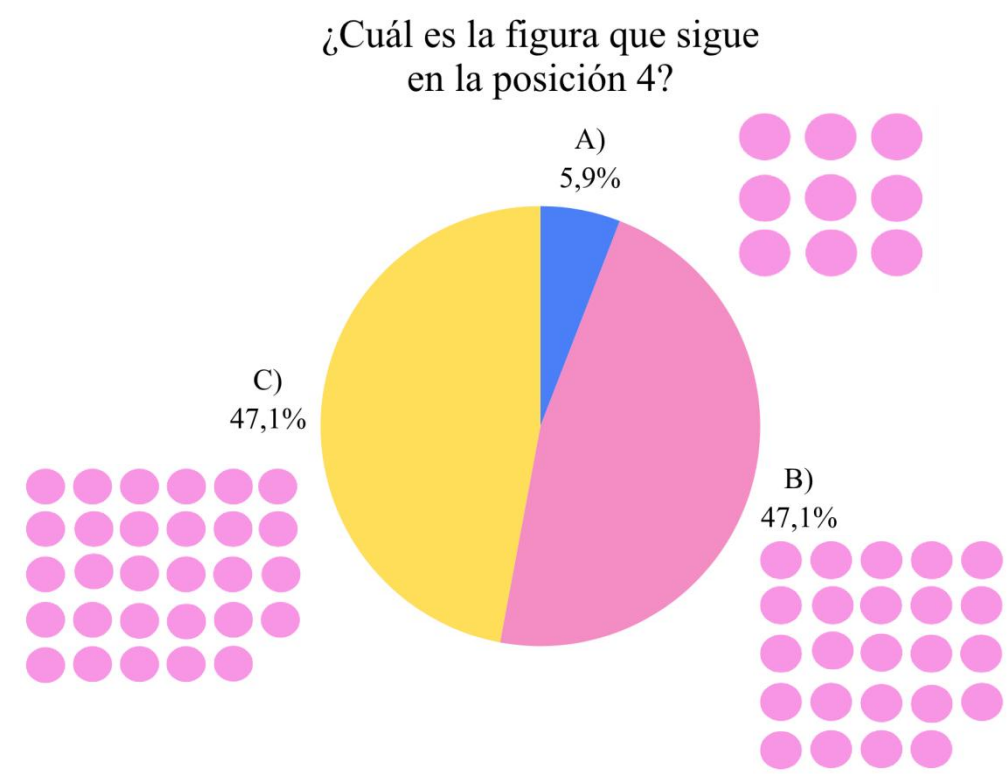
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la **figura 60** se puede analizar que gran parte de los estudiantes logró responder de forma acertada a la pregunta que se relacionaba con la definición de un patrón, donde se puede concluir que la mayoría de ellos logró comprender este concepto.

Figura 61. Pregunta 7

De la siguiente imagen:





Fuente : Elaboración propia.

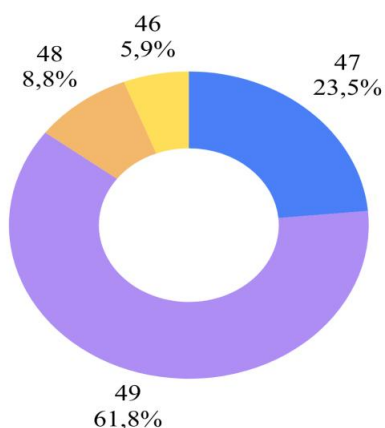
Dentro de la **figura 61** es posible observar que los estudiantes mostraron dificultades al momento de elegir una respuesta correcta en este ejercicio, principalmente se dejaron guiar con las dos opciones que tuvieran más círculos y de ahí decidir cuál de las dos opciones B y C contestar.

Figura 62. Pregunta 8

De la siguiente imagen:

1, 4, 9, 16, 25, 36, ...

¿Cuál es el número que sigue en este ejercicio?

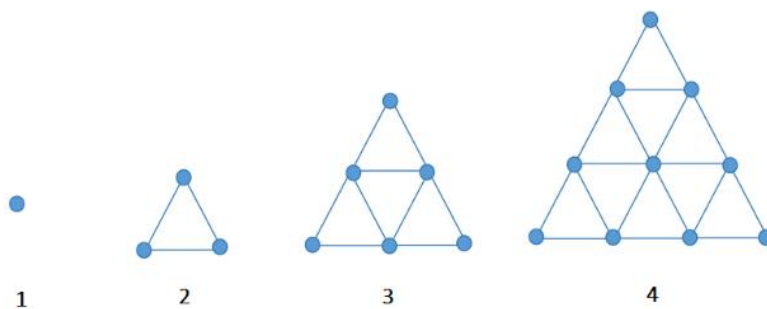


Fuente: Elaboración propia

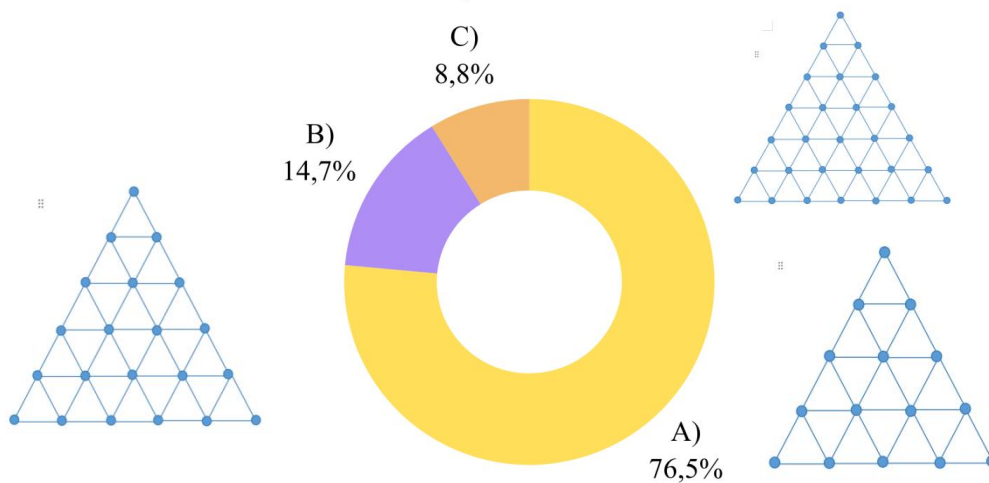
En la **figura 62** es posible identificar como un 61% de los alumnos logró responder de forma correcta al ejercicio al percatarse cómo se iba desarrollando la correspondiente sucesión, dándose cuenta que involucra los cuadrados de cada posición del término que se quería encontrar.

Figura 63. Pregunta 9

A partir de la siguiente imagen:



¿Qué figura seguirá en la posición 5?



Fuente: Elaboración propia.

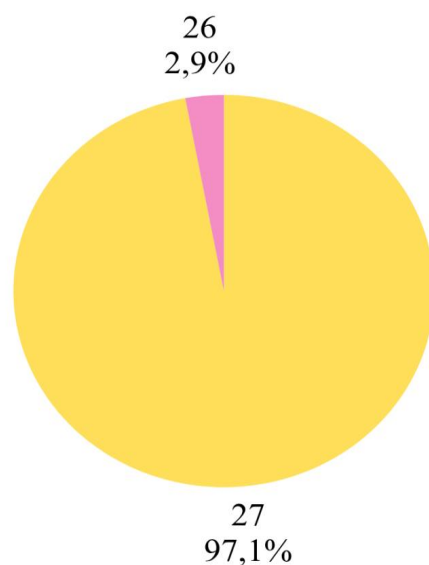
Con base en la **figura 63** se observa que el 76,5 % de los estudiantes seleccionó correctamente el inciso A, que corresponde a la continuación de la sucesión. Este resultado refleja que la mayoría logró identificar el patrón de la figura y relacionar adecuadamente la representación visual con la secuencia presentada

Figura 64. Pregunta 10

De esta imagen:

7, 12, 17, 22 ...

¿Qué número sigue del
presente ejercicio?



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la **figura 64** es posible analizar que un 97% de los estudiantes logró responder de manera acertada al último ejercicio planteado durante este examen final, en donde gran parte de los alumnos comprendió cómo resolverlo para llegar a la respuesta correcta.

VII. Conclusiones

En conclusión, los resultados obtenidos dentro de este proceso de investigación permitieron analizar y comprender el fenómeno estudiado, alcanzando los objetivos planteados al inicio del trabajo y dando una respuesta a la pregunta de investigación desarrollada a partir de la problemática detectada.

Respondiendo a la pregunta de investigación se obtuvo como resultado que el proceso de visualización forma una parte muy importante dentro de la enseñanza y aprendizaje de este tipo de contenido matemático, principalmente porque le permitió a los estudiantes idear formas de representaciones propias para encontrar la solución a determinados ejercicios matemáticos que les fueron planteados durante el desarrollo de las actividades.

De tal manera, les permitió darse cuenta que las matemáticas no solo involucran números y letras, sino que, va más allá de lo que comúnmente conocemos. En donde existen varias formas de poder representar este tipo de problemas e incluso dentro de la vida cotidiana.

En cuanto a los objetivos de investigación de este documento se logró desarrollar un instrumento para analizar los conocimientos previos de los estudiantes, en el cual se pudo observar desde donde partir para la elaboración de su correspondiente plan de acción por medio de la construcción de una secuencia didáctica.

Durante la implementación del plan de acción se analizó el impacto que tuvo la utilización de la aplicación de GeoGebra para enseñar este tipo de contenido, después de todas las actividades elaboradas con anterioridad. En donde finalmente, se pudo lograr una interpretación sobre la importancia que le otorgaron los estudiantes al tema de fractales durante la enseñanza y aprendizaje de este contenido de sucesiones.

Al analizar los resultados obtenidos después de la implementación del plan de acción, claramente se pudo observar y comprobar que los estudiantes tuvieron un mayor interés y motivación durante las clases de matemáticas por la forma en que se fueron llevando a cabo. No solamente porque se realizaron de una forma distinta, sino porque se trató de relacionar una situación matemática con el contexto que los rodea, mostrándoles una utilidad de lo que aprenden en clase, en su vida cotidiana.

Los estudiantes mostraron un mayor interés desde el momento en que empezaron a darse cuenta que dentro de la disciplina de las matemáticas no todo son números y letras, que incluso ellos mismos son capaces de desarrollar sus propias representaciones para otorgarle una determinada respuesta a una problemática o fenómeno encontrado dentro de su entorno.

La implementación de fractales dentro de la enseñanza de sucesiones con estudiantes de secundaria dio como resultado que primeramente los estudiantes comprendan mejor este tema desde la elaboración de sus propias representaciones, lo cual significa, que fueron construyendo su propio conocimiento con el paso de las sesiones realizadas.

Además, el trabajar con la metodología de ACODESA permitió que los estudiantes aprendieran a trabajar en equipo y de manera colaborativa desde el momento en que argumentaban sus propias respuestas unos con otros y se apoyaban en las situaciones que el trabajo requería el apoyo de cada uno de sus integrantes, pero no solamente eso, la implementación de esta metodología permite que el alumno llega a la reflexión del conocimiento que está construyendo permitiéndole al docente convertirse en un guía en su proceso de aprendizaje de las matemáticas.

Principalmente porque precisamente de eso se trata la modelación matemática, el poder trabajar con alguna situación de la vida cotidiana del estudiante y poder adaptar

a algo matemático, mientras el alumno va construyendo su propio conocimiento de forma significativa.

La manipulación de fractales dentro de este trabajo permitió que los estudiantes aprendieran mejor el contenido de sucesiones y aprendieran el significado que tiene un fractal a pesar de no ser muy conocido tiene un gran impacto durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Finalmente, el poder trabajar con el proceso de visualización de un objeto, la modelación matemática, el tipo de representaciones semióticas, ACODESA y el empleo de una herramienta tecnológica, permitió darle un toque a esta investigación que contribuya al dentro del campo científico para el desarrollo de futuras investigaciones.

Alcances

- Analizar las dificultades que presentan los estudiantes de segundo grado de secundaria en el aprendizaje de la geometría.
- Importancia del estudio de fractales dentro del contenido de sucesiones.
- Diseño de actividades didácticas utilizando la metodología de ACODESA.
- Incorporación de una herramienta tecnológica (GeoGebra)
- Obtener la información correspondiente sobre las percepciones de alumnos sobre la estrategia aplicada.

Limitaciones

- Que dentro de una de las actividades propuestas se colocó en paréntesis el símbolo de (n) lo cual pudo influenciar en la forma de representar una fórmula para encontrar los siguientes términos de una sucesión.
- Que solamente se aplicó con un solo grupo de segundo año.

VIII. Referencias

- Bustos, A. y Zubieta, G. (2018). La validación matemática como proceso de construcción colaborativo. Una experiencia con ACODESA. *Revista Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, (31), 1288 - 1290.
<https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacanitems/32454/1152346/Bustos2018La.pdf>
- Chavil, D., Romero, I. y Rodríguez, J. (2020). Introducción al concepto de fractal en enseñanza secundaria usando realidad virtual inmersiva. *Revista Desde el Sur*. (12), 615–629.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S241509592020000200615
- Cortés, J., Hitt, F. y Saboya, M. (2014). De la Aritmética al Álgebra: Números Triangulares, Tecnología y ACODESA. *REDIMAT*, (3), 220 - 252.
<http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2014.52>
- De la Rosa, E., Colima, S. y Torres, E. (2025). Fractales en Geogebra. *Revista AMIUTEM*. (13), 70-75.
<https://revista.amiutem.edu.mx/index.php/relecamiutem/article/view/276/229>
- Ferreira, G. (2024). Aplicación de la geometría fractal como estrategia pedagógica en la enseñanza de las matemáticas en primaria II. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciencias y Educación (REASE)*, (4), 889–900.
<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13529>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4.^a ed.). McGraw-Hill.
<https://biblioteca.ucuenca.edu.ec/digital/s/biblioteca-digital/ark:/25654/211#?c=0&m=0&s=0&cv=0>

- Hernandez Sampieri, R., Collado, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. (6.^a ed.) McGraw-Hill.
<https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2qoecH4k/view>
- Hitt, F. (1998). Visualización matemática, representaciones, nuevas tecnologías y curriculum. *Revista Educación Matemática*. (10), 23-45. <https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol10/2/03Hitt.pdf>
- Hitt, F. (2013). Teoría de la actividad, interaccionismo y socioconstructivismos. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 18, 9–27.
https://journals.openedition.org/adsc/635?lang=es&utm_source
- Hitt, F. y Quiroz, S. (2017). Aprendizaje de la modelación matemática en un medio sociocultural. *Revista Colombiana de Educación*, (73), 153 - 177.
<https://revistas.upn.edu.co/index.php/RCE/article/view/6362/5294>
- Jara, J., Tocto, J. y Vivanco, J. (2025). Modelación matemática como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones lineales. *Revista Ciencia y Educación*, (6), 6 - 10.
<https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/zenodo.17168434/1952>
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa* (3.^a ed.). Graó. <https://archive.org/details/latorre-a.-la-investigacion-accion-conocer-y-cambiar-la-practica-educativa>
- Núñez, K. y Cabañas, G. (2023). Sucesiones matemáticas en el currículo de México en secundaria. *Revista Bolema*. (37), 1234-1257.
<https://www.scielo.br/j/bolema/a/fHVFbCYgG34hBycNHrfnsGc/?format=pdf&lang=es>

- Raymond, D. (2004). Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Universidad del valle.
https://kupdf.net/download/semiosis-y-pensamiento-duval_633f48f5e2b6f5b120e22c1a_pdf
- Rivera, E. y López, R. (2012). Evidencia de propiedades fractales en la sucesión de Fibonacci usando wavelets. *Revista Scientia et Technica*. (17), 122-128.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84925149026>
- Rodriguez, M. y Montiel, G. (2021). Pensamiento geométrico: una experiencia de trabajo con profesores de matemáticas de secundaria. *Revista Unison*, (5), 50 - 55. <https://sahuarus.unison.mx/index.php/sahuarus/article/view/108/114>
- Rodríguez, M., Pochulu, M., & Espinoza, F. (Coords.). (2022). *Educación matemática: Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos* (Vol. 2). Universidad Nacional de General Sarmiento. <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/items/f6c3947e-197c-4a16-8a2d-3b1d1f7def68>
- Serrano Sánchez, J. L., Gutiérrez Porlán, I. y Prendes Espinosa, M. P. (2016). Internet como recurso para enseñar y aprender: Una aproximación práctica a la tecnología educativa. Eduforma.
https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5766450&utm_source
- Sinclair, N. y Bruce, C. (2015). *New Opportunities in Geometry Education at the Primary School*. *Mathematics Education*, (3), 319–329.
<https://doi.org/10.1007/s11858-015-0693-4>
- Torregrosa, G., & Quesada, H. (2007). Coordinación de procesos cognitivos en geometría. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* (RELIME), (2), 275–300. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362007000200005&script=sci_arttext

- Villa, J. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas: un marco de referencia y un ejemplo. Revista Tecno - Lógicas, (19), 63 - 68.
<https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/505/573>
- Zambrano, J. y Zambrano, T. (2024). Fractales con material concreto: Impacto en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. (12), 115 - 128.
<https://refcale.uileam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/3896/2586>
- Zimmermann, W. y Cunningham, S. (1991). Editors' Introduction: What Is Mathematical Visualization?. En Zimmermann, W. y Cunningham, S. (Editores). Visualization in Teaching and Learning Mathematics: A Project. (pp. 1-8). Mathematical Association of America. https://hitt.uqam.ca/mat7191_fich/Zimmermann_Cunningham_1991.pdf

Anexos

9.1 Análisis previo

2A Retos Matemáticos

Los presentes retos tienen como objetivo lograr recabar la información correspondiente sobre los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre el tema de sucesiones y fractales.

Nombre completo empezando por apellidos *



Texto de respuesta breve

¿Qué es la distancia entre dos números? *



- ☐ El promedio de dos números
- ☐ La suma de dos números
- ☐ Es el número de unidades que los separa en la recta numérica
- ☐ El producto de dos números

Resuelve los siguientes ejercicios, relacionando cada uno de ellos con su respuesta correcta:

	69	85	67	77	52
35 + 17	☐	☐	☐	☐	☐
28 + 39	☐	☐	☐	☐	☐
46 + 23	☐	☐	☐	☐	☐
18 + 67	☐	☐	☐	☐	☐
44 + 33	☐	☐	☐	☐	☐

Realiza los siguientes ejercicios: *

	7522	6043	7676	5150
$1250 + 3450 + 450 =$	☐	☐	☐	☐
$3908 + 2347 + 126...$	☐	☐	☐	☐
$4578 + 1342 + 123 =$	☐	☐	☐	☐
$768 + 4567 + 2341 =$	☐	☐	☐	☐

Analiza y resuelve las siguientes operaciones con números positivos y negativos. *

	79	58	468	- 671	56
$135 + (-38) + (-...$	☐	☐	☐	☐	☐
$(-250) + 346 + (...$	☐	☐	☐	☐	☐
$333 + 456 + (-3...$	☐	☐	☐	☐	☐
$(-360) + (-123) ...$	☐	☐	☐	☐	☐
$412 + (-489) + ...$	☐	☐	☐	☐	☐

¿Cuáles de las siguientes figuras geométricas tienen simetría?



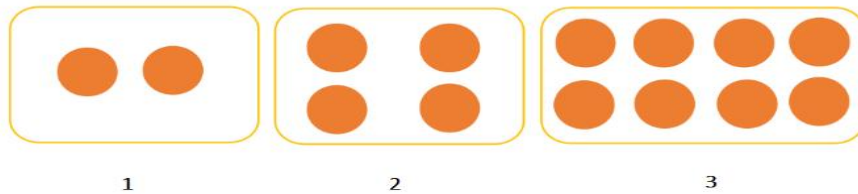
- ☐ El triángulo
- ☐ El cuadrado
- ☐ El círculo
- ☐ Todas las anteriores

A partir de tus conocimientos previos ¿Qué considerarías que es un patrón? *



- ☐ Un número que crece indefinidamente
- ☐ Una figura única que no se repite
- ☐ Una secuencia de figuras que se repite de manera regular
- ☐ Una figura que cambia de forma en cada paso

De la siguiente imagen ¿Cuál es la figura que sigue en la posición 4? *



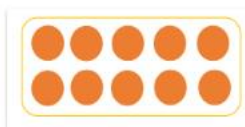
☐ A)



☐ B)



☐ C)

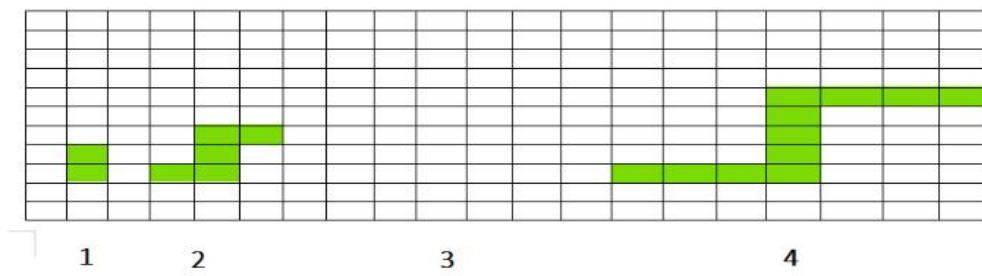


¿Cuál es el número que sigue en este ejercicio? *

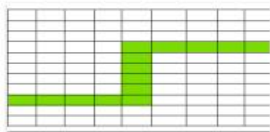
1 , 4 , 9 , 16 , 25

- ☐ 30
- ☐ 32
- ☐ 34
- ☐ 36

Según la siguiente imagen ¿Qué figura debe de ir en la posición 3? *



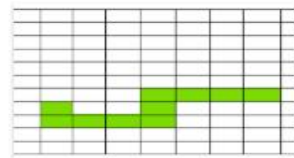
☐ A)



☐ B)



☐ C)



¿Cuál es el número que continua con el ejercicio? *

7, 13, 25, 43.....

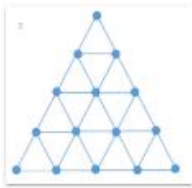
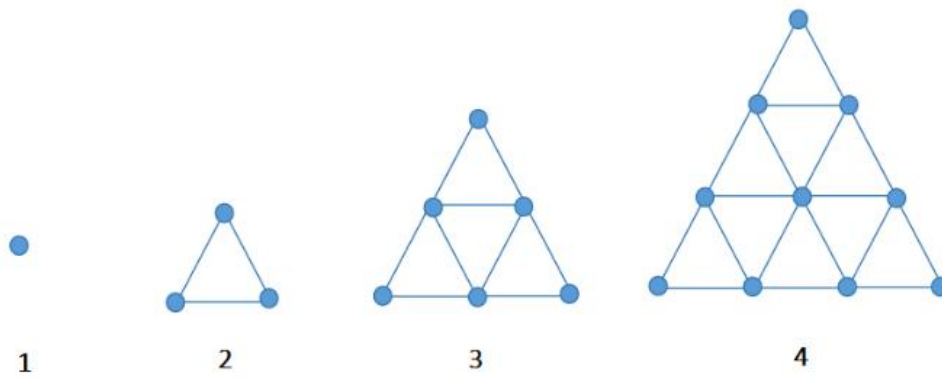
☐ 67

☐ 68

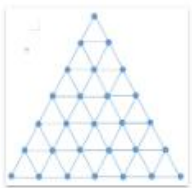
☐ 69

☐ 70

A partir de la siguiente imagen ¿Qué figura seguirá en la posición 5? *



☐ c



Por último, ¿Qué número sigue del presente ejercicio? *

1 , 5 , 12 , 22 , 35

- ☐ 42
- ☐ 47
- ☐ 51
- ☐ 57

9.2 Evaluación final

Desafíos matemáticos 2A

Los presentes desafíos tienen como objetivo lograr recabar la información correspondiente sobre los conocimientos que adquirieron los estudiantes sobre el tema de sucesiones y fractales después de implementar el plan de acción.

Nombre completo empezando por apellidos *

Texto de respuesta breve

¿Con cuál concepto se relaciona la siguiente definición " Es el número de unidades que los separa en la recta numérica"? *

- ☐ El promedio
- ☐ La distancia entre dos números
- ☐ La suma de dos números
- ☐ El producto de dos números

Resuelve los siguientes ejercicios, relacionando cada uno de ellos con su respuesta correcta: *

	90	84	46	108	117
28 + 56	☐	☐	☐	☐	☐
17 + 29	☐	☐	☐	☐	☐
56 + 34	☐	☐	☐	☐	☐
63 + 45	☐	☐	☐	☐	☐
38 + 79	☐	☐	☐	☐	☐

Realiza los siguientes ejercicios: *

	3344	5694	6318	4924
$1123 + 3451 + 350$	☐	☐	☐	☐
$2345 + 3212 + 761$	☐	☐	☐	☐
$789 + 342 + 4563$	☐	☐	☐	☐
$2315 + 462 + 567$	☐	☐	☐	☐

Analiza y resuelve las siguientes operaciones con números positivos y negativos. *

	27	13	110	- 20	14
$(-18) + 25 - (-6) =$	☐	☐	☐	☐	☐
$19 + 24 + (-16) =$	☐	☐	☐	☐	☐
$55 - (-32) + 23 =$	☐	☐	☐	☐	☐
$18 + 28 - (+ 32) =$	☐	☐	☐	☐	☐
$(- 24) + 16 - (+1...$	☐	☐	☐	☐	☐

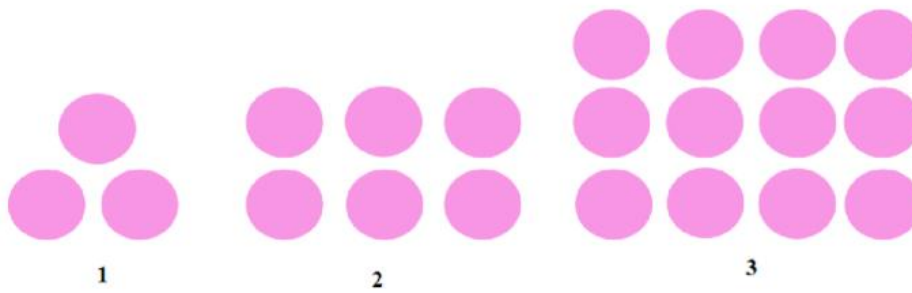
¿Qué figura no tiene simetría? *

- ☐ Cuadrado
- ☐ Rectángulo
- ☐ Circulo
- ☐ Ninguna de las anteriores

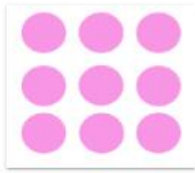
Para ti ¿Qué consideras que es un patrón? *

- ☐ Una secuencia de figuras que se repite de manera regular
- ☐ Un número que crece indefinidamente
- ☐ Una figura única que no se repite
- ☐ Una figura que cambia de forma en cada paso

De la siguiente imagen ¿Cuál es la figura que sigue en la posición 4? *



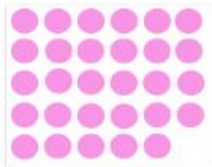
☐ A)



☐ B)



☐ C)



¿Cuál es el número que sigue en este ejercicio? *

1, 4, 9, 16, 25, 36, ...

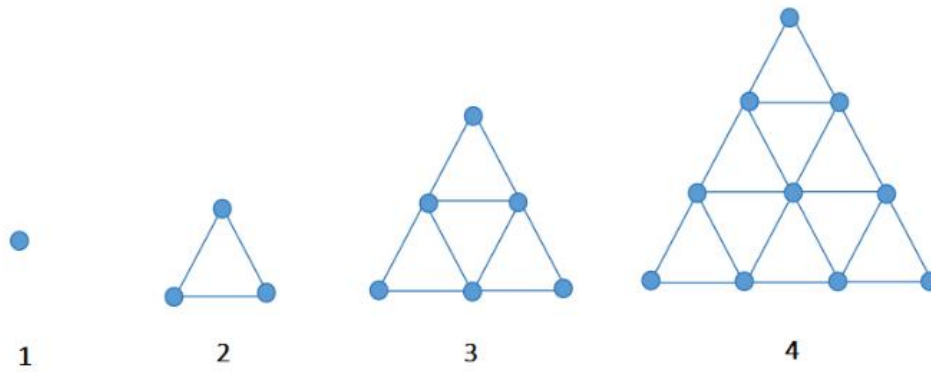
☐ 47

☐ 49

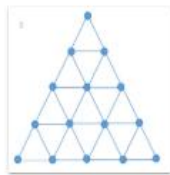
☐ 48

☐ 46

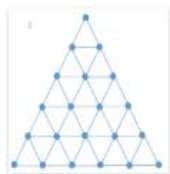
A partir de la siguiente imagen ¿Qué figura seguirá en la posición 5? *



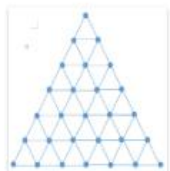
☐ A)



☐ B)



☐ C)



Por último, ¿Qué número sigue del presente ejercicio? *

7, 12, 17, 22 ...

☐ 25

☐ 27

☐ 26

☐ 28