



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

COLEGIO DE POSGRADO

**ACTIVIDADES EN CONTEXTO PARA
INCENTIVAR LA MOTIVACIÓN HACIA LAS
MATEMÁTICAS**

TESIS

QUE PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO EN

**MAESTRA EN CIENCIAS EN MATEMÁTICAS Y
SU DIDÁCTICA**

CRISTINA HERNÁNDEZ FRANCO

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. MARÍA GUADALUPE SIMÓN RAMOS



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Área Académica de Matemáticas y Física

Mineral de la Reforma, Hgo., a 28 de mayo de 2026

Número de control: ICBI-AAMyF/2478/2026

Asunto: Autorización de impresión de tesis.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

El Comité Tutorial de la tesis titulada "Actividades en contexto para incentivar la motivación hacia las matemáticas", realizada por la sustentante Cristina Hernández Franco, con número de cuenta 298463, perteneciente a la Maestría en Ciencias en Matemáticas y su Didáctica, una vez que se ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

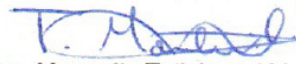
Por lo que el sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

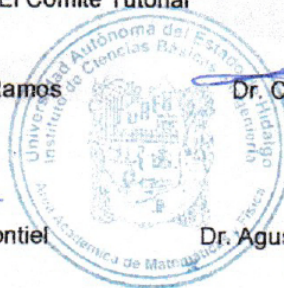
El Comité Tutorial


Dra. María Guadalupe Simón Ramos
Directora


Dr. Carlos Arturo Soto Campos
Miembro del comité


Mtra. Margarita Tetlalmatzi Montiel
Miembro del comité


Dr. Agustín Alfredo Torres Rodríguez
Miembro del comité



MGRS/EPC

"Amor, Orden y Progreso"



Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo
Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México. C.P. 42184
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 40124, 40119
aamyf_icbi@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a mi directora de tesis, la Dra. María Guadalupe Simón Ramos. Su guía constante, acompañada de su gran experiencia, fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos. No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este camino de la investigación.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Agradezco especialmente al núcleo académico por su constante apoyo. Valoro mucho su confianza en mi trabajo y el ambiente de aprendizaje que me ofrecieron.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo económico brindado, sin el cual este trabajo no hubiera sido posible. Su confianza en mi proyecto ha sido un pilar fundamental para su culminación.

A mi familia, especialmente a mi esposo, por su amor incondicional y su apoyo constante, gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles. A mis padres, a mis hermanas y a mis sobrinas, por sus palabras de aliento, por su presencia y por su cariño. Sin ustedes este logro no sería posible.

Finalmente, agradezco a mis estudiantes que fueron parte importante en este trabajo. Gracias infinitas por confiar en mí. A mis colegas y colaboradores que participaron en esta investigación, sus valiosos comentarios enriquecieron este proyecto. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo.

A todos, gracias por ser parte de este gran viaje.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
1.1 Introducción	6
1.2 Revisión de la literatura	7
1.3 Planteamiento del problema.....	13
1.3.1 Pregunta de investigación.....	14
1.3.2 Objetivos	15
1.3.3 Justificación.....	15
CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL	17
2.1 Conceptualización de la motivación	17
2.2 Dimensiones	20
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	24
3.1 Diseño de investigación	25
3.2 Sujetos de estudio.....	25
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.4 Diseño de instrumentos	27
3.4.1 Grabaciones de audio	27
3.4.2 Notas de campo	28
3.4.3 Cuestionario.....	30
3.4.4 Diseño de actividad y análisis preliminar.....	33
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
4.1 Categorías de análisis.....	40
4.1.1 Producciones escritas.....	41
4.1.2 Cuestionario.....	43
4.1.3 Notas de campo	45
4.2 Análisis de resultados.....	46
4.2.1 Análisis de las producciones escritas	48
4.2.2 Análisis de la actividad de modelación desde las emociones.....	57
4.2.3 Análisis del cuestionario de creencias	65
4.2.4 Discusión de resultados	65
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	68

REFERENCIAS..... 73

ANEXOS..... 79

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo de este capítulo se mostrarán diversas investigaciones que se han realizado para indagar sobre la relación afectiva con las matemáticas que han desarrollado los estudiantes durante su travesía escolar y los resultados obtenidos, con el fin de hallar algunas de las razones por las cuales la mayoría los alumnos tienen un rechazo hacia las matemáticas.

1.1 INTRODUCCIÓN

A través de los años, la comunidad educativa ha notado el rechazo que existe hacia las Matemáticas, sin embargo, no es un tema que hasta ahora haya sido muy investigado. Como hicieron notar en su momento Hidalgo, Maroto y Palacios (2004) los estudios longitudinales sobre las actitudes hacia las matemáticas hasta hace unas décadas eran escasos y, en general, se concluía que se va haciendo menos favorable al avanzar la edad. Estos autores realizaron un estudio evolutivo sobre el rechazo hacia las Matemáticas en Valladolid, España, tomando como muestra a alumnos de diversos colegios de manera aleatoria. La primera variable que analizaron fue *Gusto por la Matemáticas* en donde concluyeron que, la disminución del gusto por las Matemáticas es más propia de la disciplina que de la edad o del paso de los niveles educativos (Hidalgo et al., 2004). Ellos notaron que entre los alumnos que han terminado el primer ciclo de Primaria es difícil encontrar rechazos, sin embargo, a partir de la Educación Secundaria se produce un claro descenso en dicho gusto y aumenta el número de alumnos a quienes no les gustan las Matemáticas. A lo cual agregan que “el alumno al que no le gustan las Matemáticas, no nace, sino que se hace” (Hidalgo et al., 2004).

Otro factor importante que se analiza en este estudio, es el *autoconcepto matemático*. Hidalgo et al. (2004) indican que la relación de este factor con el rechazo hacia las Matemáticas es de orden directo, dado que cuanto mayor es la percepción de competencias matemáticas, hay más probabilidad de que se trate de un alumno con gusto por las Matemáticas. Del mismo modo, Gómez Chacón (2000) menciona que uno de los elementos

que caracteriza a los alumnos que rechazan las Matemáticas es la vivencia de falta de confianza en sus posibilidades para enfrentarse a los problemas matemáticos.

Sumado a esta idea, Vicent Font (1994) menciona que el rechazo hacia los nuevos conocimientos matemáticos puede deberse a la falta de conocimientos previos, a las malas experiencias que han vivido anteriormente o a situaciones que han mal encauzado su motivación. En repetidas ocasiones, las experiencias que han vivido los estudiantes con las Matemáticas son la causa principal de que muchos justifiquen sus fracasos en Matemáticas como “no sirvo, soy inútil, etc.” (Font, 1994).

Estos estudios nos indican la importancia de factores aparentemente ajenos a la cognición en matemáticas como: el gusto o rechazo, el autoconcepto que forman los estudiantes sobre su habilidad matemática, la autoconfianza y la motivación. Y cómo todo esto tiene relación con su desempeño y aprendizaje. Cardoso (2019) argumenta en su investigación que, hasta la fecha, en México ha habido relativamente pocos estudios referidos al dominio afectivo (actitudes, creencias y emociones). Por otro lado, Hwang et al. (2023) al finalizar su estudio, afirman que se han realizado muchas investigaciones referentes al Uso de la Tecnología en la Educación Matemática, sin tomar en cuenta el impacto que puede tener en el desarrollo afectivo del estudiante. Los autores invitan a realizar estudios para contestar tales cuestiones.

1.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

El rechazo hacia las Matemáticas ha sido objeto de estudio tanto en el ámbito de la Educación como en la Matemática Educativa, cuyas investigaciones se han interesado en identificar algunas posibles causas de este fenómeno.

Vicent Font (1994) realizó una reflexión para hallar una explicación sobre las dificultades de aprendizaje en Matemáticas que presentan los estudiantes durante su trayectoria escolar. El autor menciona que para que el alumno logre un aprendizaje significativo, éste debe manifestar una disposición para aprender el nuevo contenido matemático. Sin embargo, en muchas ocasiones, las malas experiencias que ha tenido anteriormente, lleva al estudiante a generar creencias respecto a su capacidad para aprender Matemáticas y respecto a las Matemáticas en sí. El autor concluye que algunas de las posibles causas son: que el alumno

tenga un nivel bajo de autoconcepto, que el alumno no tenga los conocimientos previos necesarios para enfrentarse al nuevo aprendizaje, que la situación propuesta sea confusa y que el alumno no esté motivado.

En Pérez et al. (1999), las autoras tienen como objetivo realizar una comparación entre las soluciones que proporcionan las alumnas y los alumnos a problemas de matemáticas en distintos grados académicos, contemplando estudiantes que tienen entre 12 y 17 años de edad. Sin embargo, los resultados permitieron mostrar que los sujetos de entre 12 y 14 años de edad, además de que no evidencian una diferencia significativa entre sus respuestas, señalan un bajo rendimiento y desinterés hacia las matemáticas, ya que consiguieron contestar menos del 50% de las preguntas. Manifestando que, en el nivel Secundaria, los estudiantes, sin importar su género, tienden a mostrar un rechazo hacia las matemáticas.

Hidalgo et al. (2004) realizaron un estudio en España, desde una perspectiva evolutiva y tomaron como eje principal el rechazo hacia las matemáticas y el gusto hacia las matemáticas. Se entrevistaron a 3,187 alumnos pertenecientes al nivel de primaria, secundaria y al primer semestre de bachillerato y universidad. Para analizar los datos utilizaron un modelo de regresión logística. A través de diversas preguntas, concluyeron que el rechazo hacia las matemáticas es más propio de la disciplina que del nivel educativo. Además, si el alumno tiene mayor percepción de competencias Matemáticas, hay más probabilidad de que tenga gusto por las Matemáticas y viceversa. Por último, concluyen que el 50% de los alumnos que rechazan las Matemáticas consideran como causante a las estrategias docentes.

Por otro lado, cada tres años de manera internacional, se lleva a cabo la evaluación PISA, cuya finalidad es medir las competencias en lectura, matemáticas y ciencias que han desarrollado los estudiantes durante su trayectoria escolar. Todas estas competencias evalúan los conocimientos a nivel cognitivo, sin embargo, PISA también ha integrado la evaluación de las habilidades no-cognitivas. Panizza (2015) realizó un estudio en Uruguay, sobre los resultados de las habilidades socio-emocionales que se obtuvieron en la prueba de PISA del 2012 y la relación que existe entre las competencias no-cognitivas y el desempeño en Matemáticas. Analizó habilidades como la motivación, la confianza, el autoconcepto. Llegó a la conclusión de que los índices no-cognitivos tienen efecto en el desempeño en

Matemáticas, lo cual muestra que estos factores son relevantes al momento de evaluar las habilidades cognitivas. Dichos resultados son reafirmados por la “Encuesta sobre habilidades sociales y emocionales 2023” también aplicada por la OCDE dados los resultados obtenidos en PISA 2022 en Latinoamérica.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a través de la Academia Internacional de la Educación (AIE) y la Oficina Internacional de Educación (OIE), desde el 2002 ha publicado una Serie llamada “Prácticas Educativas”, en la cuales se dan a conocer los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo respecto de algún tema que pueda contribuir a mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en los países que forman parte de ésta. Mammarella et al. (2020) en la Serie Prácticas Educativas 31, refieren que las dificultades en las Matemáticas son atribuidas con gran frecuencia a factores cognitivos (falta de capacidad, preparación, práctica y conocimiento) y los factores emocionales pasan desapercibidos, lo cual implica que sean fácilmente descartados como causas significativas de las dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas. No obstante, cada vez es más distinguido dentro de la psicología y la educación que las reacciones emocionales negativas de los estudiantes hacia las Matemáticas influyen en el aprendizaje de éstas.

Hasta ahora, en este capítulo, se ha mostrado que el rechazo hacia las matemáticas es presentado por los estudiantes, sin embargo, no se había estudiado la influencia de las habilidades no-cognitivas en el aprendizaje de las matemáticas. Los siguientes autores hacen notar la importancia de las emociones en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.

Gómez-Chacón (2000) en su libro *Matemática Emocional* menciona que, hasta inicios del año 2000, el aprendizaje se medía por los logros académicos y por medio de aspectos cognitivos y a pesar de que los resultados afectivos determinan la calidad del aprendizaje, no se habían tomado en cuenta. La autora menciona que el enfoque de la dimensión afectiva fue auspiciado, principalmente, por el educador matemático McLeod, el cual manifiesta que las cuestiones afectivas juegan un papel esencial en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. McLeod y Adams (1989) realizaron un estudio sobre las emociones que se generan en el aula, concluyendo que las creencias de los niños, sus emociones y las expectativas que se construyen en el contexto social están íntimamente relacionadas.

Domínguez (2002) realizó una recopilación de diversos estudios que se han realizado con las y los jóvenes súper dotados, mostrando que el éxito de éstos está influido por sus emociones y el apoyo proporcionado por su entorno y la sociedad. Señala que, durante su crecimiento, experimentan diversas crisis, en las cuales puede disminuir su autoconcepto y su autoestima, causando un rechazo y un bajo rendimiento académico. Evidenciando que “las emociones pueden afectar las interpretaciones de las personas hacia las nuevas situaciones experimentadas” (Domínguez, 2002), incluso entre quienes presentan algún nivel de superdotación.

Schukajlow et al. (2017) realizaron una recopilación de las consideraciones teóricas y aportes empíricos que hasta ese momento se habían realizado sobre las emociones y la motivación en la educación matemática concluyendo que la investigación sobre el tema en ese momento comenzaba a tomar relevancia. Citan a Pólya, quien en 1945, hizo la observación de que los estudiantes disfrutaban el descubrimiento y eso hace crecer su interés por las matemáticas, por el contrario, si el profesor les asigna resolver operaciones rutinarias, en palabras del autor, mata el interés por aprender. Mencionan un estudio que se realizó con 144 estudiantes de secundaria, en los cuales aplicaron durante cinco lecciones actividades didácticas, solicitando a los estudiantes que plantearan dos soluciones distintas a un mismo problema. Al final de las lecciones se obtuvo un incremento en el interés y la autorregulación de los estudiantes, mostrando una vez más que las emociones influyen en el interés de los alumnos por aprender Matemáticas. Sin embargo, mencionan los autores que falta por investigar el diseño y la implementación de tareas y entornos de aprendizaje que fomenten las emociones y la motivación de los estudiantes hacia las Matemáticas.

Está claro que las emociones influyen en el aprendizaje de las Matemáticas, los autores además mencionan a la motivación. La cual, a pesar de ser un factor relevante, no se había investigado a profundidad hasta ese momento. En esta sección se muestran algunos resultados donde se presta atención a la habilidad no-cognitiva, la motivación.

Hannula (2006) señala que para comprender el comportamiento de los alumnos en el aula de clase necesitamos comprender qué es la motivación y cómo se regula. El autor conceptualiza a la motivación como un potencial para dirigir el comportamiento a través de los mecanismos que controlan la emoción, esto indica que no puede ser observada de manera

directa sino a través de las creencias, valores y reacciones emocionales. Sostiene que la motivación se centra en lo que el sujeto quiere hacer y por qué, esto permite encontrar formas de influir en lo que el sujeto quiere hacer, a diferencia de las emociones que sólo muestran las reacciones de los estudiantes.

Alsina y Domingo (2007) analizaron la incidencia de la motivación en el aprendizaje de las matemáticas, considerando que es un factor determinante para incrementar el rendimiento en las clases de matemáticas. Para el estudio reunieron a 240 estudiantes de matemáticas de 14 a 16 años y los dividieron en un grupo experimental y en un grupo de control. En el grupo experimental aplicaron protocolos diseñados desde una perspectiva constructivista y en el grupo de control se trabajaron los contenidos de forma expositiva. Se realizaron algunas preguntas al profesor y a los estudiantes sobre su experiencia con el protocolo. El profesor señaló que los participantes mostraron mayor interés y motivación en el aprendizaje del concepto matemático pues ellos lograron descubrirlo y el profesor sólo les ayudó a concretar sus ideas. Se detectó un incremento notable en la memoria comprensiva en comparación al grupo de control. Esto se puede observar en la siguiente cita de Alsina y Domingo (2007):

“A partir de los resultados de nuestro estudio ha quedado demostrado estadísticamente que el grado de motivación que presenta el grupo experimental después de la aplicación del Programa de transposición didáctica de los conceptos matemáticos en la Escuela Secundaria Obligatoria es significativamente superior que el que presenta el grupo de control” (p. 30)

Los autores concluyen que sí es posible aumentar la motivación en estudiantes de secundaria y una propuesta es proponer actividades didácticas que usen situaciones problemáticas que les involucren de cerca, como las de tipo constructivista.

Lewis (2013) realizó un estudio cualitativo con 22 estudiantes que habían sido enviados a un curso especial de matemáticas debido a su bajo rendimiento académico. Argumentando que un enfoque en el estudio cualitativo de la motivación puede ser más central para entender el fenómeno del desinterés. Los resultados de su estudio muestran que las emociones están siempre presentes en la experiencia subjetiva del estudiante en el aula de matemáticas y son un factor significativo en el comportamiento de éste.

Gea, Batanero y Estrada (2020) evaluaron la idoneidad afectiva del conocimiento didáctico-matemático en 65 estudiantes de un máster obligatorio para postularse a una plaza de profesor de matemáticas en educación secundaria en España. Los participantes completaron un proyecto estadístico para después ser evaluado con los seis indicadores de idoneidad afectiva a través de un conjunto de preguntas. Los resultados obtenidos mostraron un alto porcentaje de profesores que fueron capaces de valorar los diferentes niveles de idoneidad afectiva. Los futuros profesores reconocieron que es importante mostrar a la matemática como una ciencia útil y que forma parte de nuestra vida diaria. Proponer tareas que sean interesantes puede llegar a ser un gran reto, sin embargo, los participantes observaron que éstas deben ser de interés para el alumno y sugiere el uso de datos reales junto con la tecnología; además que deben proponer la autonomía del sujeto y promover su responsabilidad para enfrentar el reto matemático que se ha propuesto en el aula de clase.

Los bajos resultados obtenidos en las pruebas estandarizadas, hacen necesario conocer las actitudes que manifiestan los estudiantes hacia las matemáticas (Esquivel-Mejía, 2023). Por esa razón, Esquivel-Mejía (2023) realizó un estudio, utilizando la Escala de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi, que cuenta con cinco factores: utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación. La muestra estuvo conformada por 212 estudiantes de secundaria. Los resultados obtenidos respecto al factor motivación revelaron que el 47.6% tiene un nivel bajo de motivación, el 43.4% alcanzó un nivel medio y sólo el 9.0% evidenció un nivel alto. Esto muestra que los estudiantes se encuentran poco motivados para aprender matemáticas, por lo que la autora concluye que es importante aplicar métodos y técnicas que permitan incentivar la motivación de los aprendices respecto al aprendizaje de las matemáticas.

Como se observó en los trabajos mostrados anteriormente el rechazo hacia las matemáticas ha sido motivo de preocupación ya que influye en el aprendizaje de éstas. Como menciona Gómez-Chacón (2000), anteriormente se medía el aprendizaje a través de los logros académicos, dejando de lado la influencia de las habilidades no-cognitivas en el desempeño de los estudiantes. Sin embargo, los estudios han concluido que, si se incrementa la motivación de los alumnos, éstos estarán dispuestos a enfrentarse al nuevo conocimiento

matemático. Además, indican que una forma de aumentar la motivación se logra cuando el sujeto aprendiz se incluye de manera activa en la construcción del concepto matemático.

De igual forma, la revisión de literatura señala que las actividades que toman en cuenta el contexto del sujeto, impactan en la motivación del estudiante. Sierpinska y Lerman (1996) hacen notar la emergencia de epistemologías de la didáctica de la matemática que son de tipo sociocultural, que ven al individuo situado dentro de su cultura y su sociedad, de modo que no tiene sentido hablar sobre el conocimiento del individuo sin tomar en cuenta su contexto y su actividad. Un ejemplo que exhiben los autores, es la teoría de Vygotsky, la cual plantea que el sujeto aprende a través de la comunicación con las personas que lo rodean, de igual forma, Chevallard propone que el aprendizaje se obtiene por medio del uso o aplicación del conocimiento (citado en Sierpinska y Lerman, 1996). En tiempos recientes, se ha incluido a la modelación como un medio para relacionar la matemática y la realidad del sujeto. Se han identificado diversos referentes teóricos para definirla dependiendo del enfoque teórico del que parten, sin embargo, se pueden identificar algunos argumentos compartidos como: la relación entre la realidad y la matemática, el reconocimiento del sujeto que modela y la transformación de la realidad a partir del modelo y viceversa (Soto, 2020).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El análisis de las causas que generan malos resultados en las pruebas estandarizadas han mostrado que los estudiantes presentan un rechazo hacia las matemáticas, lo cual ha hecho necesario conocer las posibles causas de esto. Panizza (2015) interpreta un estudio realizado en Uruguay sobre los resultados de las habilidades no-cognitivas que evaluó PISA en el 2012, obteniendo como conclusión que las emociones, la ansiedad, la motivación, etcétera, influyen en el desempeño de las habilidades cognitivas. Existen diversos autores que han estudiado las actitudes y emociones que muestran los estudiantes hacia las matemáticas (McLeod y Adams, 1989; Gómez-Chacón, 2000). Sin embargo, se han centrado principalmente en las emociones, dejando de lado otros factores de tipo afectivo como la motivación, siendo ésta la que provoca que los sujetos aprendices estén interesados en enfrentarse a retos matemáticos y les permita ser activos durante el proceso de aprendizaje.

Como menciona Hannula (2006) la motivación no se puede observar de manera directa, sino a través de las creencias, valores y reacciones emocionales que el alumno muestra durante el desarrollo de la clase. En relación con esto, Alsina y Domingo (2007) aplicaron un protocolo de actividad que consistía en que los estudiantes fueran construyendo su conocimiento descubriendo el concepto matemático al desarrollar diversas actividades, a partir de un análisis cualitativo concluyeron que ellos se sentían más motivados para aprender si lograban descubrir el concepto que para ese momento era desconocido. Esto sugiere que es necesario plantear actividades que hagan al sujeto activo durante su aplicación. Además, muestran que los problemas basados en situaciones de la vida cotidiana (como los juegos de azar, los procesos electorales, los fenómenos meteorológicos o deportes) aumentan el nivel de motivación en los alumnos.

1.3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La revisión de literatura nos ha mostrado que los problemas que están basados en situaciones de la vida cotidiana y procesos que involucren a los estudiantes en la construcción de su conocimiento incentivan su motivación por aprender los conceptos matemáticos (Alsina y Domingo, 2007). Debido a esto, la presente tesis tiene como objetivo dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: *¿Cómo influyen en la motivación las estrategias didácticas que permiten la construcción de ideas matemáticas a través de situaciones en contexto?*

Con el fin de hallar una respuesta clara, hemos planteado tres preguntas específicas:

- i. ¿Qué estrategias didácticas existen en la disciplina que involucran situaciones en contexto?
- ii. ¿Cómo medir la motivación de los estudiantes ante la implementación de una estrategia didáctica con características particulares (no tradicional)?
- iii. ¿La aplicación de esta estrategia didáctica a un grupo incide en el nivel de motivación de los estudiantes?

1.3.2 OBJETIVOS

Objetivo general.

Analizar si por lo menos una de las estrategias didácticas que involucran situaciones en contexto, que han sido planteadas en la disciplina, aumentan el nivel de motivación en los estudiantes.

Objetivos específicos.

- Examinar las estrategias didácticas que existen en la disciplina con el fin de hallar aquellas que involucren situaciones en contexto.
- Diseñar un instrumento de evaluación que nos permita medir el nivel de motivación de los sujetos aprendices tomando en cuenta sus emociones, actitudes y creencias.
- Verificar si las estrategias didácticas basadas en situaciones en contexto aumentan la motivación de los alumnos.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN

El informe de los resultados de la prueba PISA 2022 muestra que México obtuvo una baja puntuación (395 puntos, por debajo del promedio de la OCDE que fue de 472) en el ámbito de las Matemáticas (OCDE, 2023) y que esto tiene una estrecha relación con el desarrollo de sus habilidades socioemocionales. Sin embargo, desde años atrás, se ha mostrado una gran preocupación por parte de los educadores matemáticos para investigar las razones por las cuales se obtienen bajas puntuaciones. Por otro lado, existe la prueba PLANEA que se realizaba de manera nacional para evaluar el aprendizaje de los estudiantes que están por culminar los dos niveles educativos de la educación básica, esta prueba en su aplicación del 2015 comenzó a evaluar las habilidades socioemocionales de los estudiantes (INEE, 2019). Esto muestra que hay factores no-cognitivos que influyen en el desempeño de los educandos que desde hace varios años están siendo tomados en cuenta por autoridades nacionales e internacionales. Ejemplo de esto es el estudio realizado por Schukajlow et al. (2017), en el cuál concluyeron que las emociones influyen en la motivación de los alumnos por aprender.

Por otro lado, Hannula (2006) señala que para comprender el comportamiento de los alumnos en el aula de clase necesitamos entender qué es la motivación y cómo se regula. Lewis (2013) argumenta que el estudio cualitativo de la motivación puede ser más central para entender el fenómeno del desinterés, esto nos proporciona un tipo de investigación que puede proporcionarnos la información necesaria para analizar a la motivación.

La revisión de la literatura nos mostró que enseñar a través de actividades que sean planteadas con situaciones de la vida real motiva a los estudiantes a enfrentarse a los retos matemáticos que les sean propuestos. Por esa razón, a continuación, la presente investigación analizará las propuestas didácticas que han sido desarrolladas en la disciplina para identificar el impacto en la motivación de los alumnos. Además de proporcionar un instrumento de evaluación que logre medir el nivel de motivación a través de sus emociones, actitudes y creencias que muestran los estudiantes durante el desarrollo de la actividad seleccionada.

CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL

Comenzaremos este capítulo recordando nuestra pregunta de investigación: *¿Cómo influyen en la motivación las estrategias didácticas que permiten la construcción de ideas matemáticas a través de situaciones en contexto?* Para darle respuesta, debemos definir el concepto de motivación. Diversas disciplinas como la pedagogía, la psicología y la sociología, han conceptualizado a la motivación con distintos objetivos y mostrando diferentes herramientas para medirla, lo que nos hace necesario determinar la definición que nos resulta útil para nuestra investigación. Para lograrlo, utilizaremos un marco conceptual, el cual será desarrollado durante este capítulo.

Sánchez y Castañeda (2011) definen al **marco conceptual** como un argumento en el cual se incluyen diversos puntos de vista, basados en la literatura y en investigaciones previas, que culmina en un conjunto de razones que indican que los conceptos seleccionados para la investigación son apropiados y útiles dado el problema que se está investigando.

Obedeciendo a esta definición, en este capítulo mostraremos los conceptos necesarios que nos llevarán a construir la definición de motivación que será apropiada y útil para nuestra investigación.

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE LA MOTIVACIÓN

De la revisión de literatura hemos identificado que es preciso construir herramientas de observación y recopilación de datos que nos permitan analizar la motivación que experimentan los estudiantes cuando se encuentran trabajando con tareas matemáticas que ponen en juego su conocimiento matemático a través de situaciones cercanas a su contexto. Esto hizo necesario plantear con claridad la definición de motivación que adoptaremos durante el desarrollo de esta investigación, ya que nos permitirá seleccionar las técnicas e instrumentos adecuados para la recolección de datos.

Desde la psicología, Núñez (2009) considera a la motivación como un conjunto de procesos desarrollados en la activación, dirección y persistencia de la conducta, es decir, podemos observar a la motivación a través de las acciones y la persistencia que el sujeto muestra ante una tarea o actividad. Carrillo et al. (2009) definen a la motivación, desde la pedagogía,

como aquello que mueve o tiene virtud para mover, es decir, es el motor de la conducta humana e indican que existe la motivación extrínseca e intrínseca. La primera hace referencia a las motivaciones estimuladas desde el exterior que obedecen a recompensas, a diferencia de la segunda que obedece a motivos internos. Alsina y Domingo (2007) mencionan algunos subtipos de motivación extrínseca, por ejemplo, la motivación para el premio, la motivación de competencia, la motivación por miedo al fracaso, entre otras. Sin embargo, todas son generadas por factores externos y en esa situación el aprendiz sólo tiene como objetivo conseguir el premio o la aprobación de su entorno, dejando de lado el interés por realmente aprender el concepto matemático.

Eso nos lleva a centrarnos, durante el desarrollo de esta investigación, en la motivación intrínseca, la cual se genera de manera interna y personal en cada uno de los estudiantes.

Desde la visión de la educación matemática, Hannula (2006) define a la motivación como:

“Es un potencial para dirigir el comportamiento que está integrado en el sistema que controla las emociones. Este potencial puede manifestarse en la cognición, la emoción y/o el comportamiento” (p. 166)

Además, el autor indica que la motivación es observable en la medida en que se manifiesta en el afecto y la cognición, es decir, a través de las creencias, valores y reacciones emocionales. Como mencionan los autores Hidalgo et al. (2004), la valoración se observa a través de las actitudes que muestra el estudiante.

Así mismo, Hannula (2006) coincide con Carrillo et al. (2009) en que el interés por una actividad es promovido por una necesidad. Cada vez que se presenta una necesidad, ésta desequilibra al organismo y produce un estado de insatisfacción que lleva al individuo a mostrar un comportamiento que le ayude a retomar su equilibrio.

Por otro lado, la toma de conciencia de las necesidades como metas en el salón de clase de Matemáticas está influida por las creencias que los aprendices tienen de sí mismos, de la materia y del aprendizaje, además del contexto escolar (Hannula, 2006).

Con base en nuestra pregunta de investigación, la definición de motivación que adoptaremos es la que proporciona Hannula (2006). Ya que nos permite medir la motivación a través de las siguientes manifestaciones de los estudiantes: actitudes, emociones y creencias.

Gómez Chacón (2000) indica que la relación que se establece entre los afectos (actitudes, emociones y creencias) y el aprendizaje es bidireccional, ya que un mejor aprendizaje refuerza la componente afectiva y ésta al mismo tiempo influye en que los alumnos aprendan. Esto muestra que el interés y la disposición por aprender que externa el estudiante es de suma importancia para generar un aprendizaje del nuevo concepto matemático, dicho en otras palabras, la motivación es pieza clave para el entendimiento.

Como se ha señalado en este capítulo, la motivación se puede medir por medio de las emociones, actitudes y creencias que externa el estudiantado durante la clase de Matemáticas, lo cual hace necesario definir con precisión estos conceptos.

Hidalgo et al. (2004) definen a las emociones como estados afectivos intensos, pero que tienen una corta duración. Marín et al. (2025) indican que las emociones son respuestas a un suceso interno o externo que comienza con un pensamiento que tiene una carga positiva o negativa para el individuo. Lewis (2013) afirma que la emoción es un aspecto que no se puede separar del rechazo hacia las matemáticas, por lo que es necesario analizarla minuto a minuto para detectar el tipo de emoción que se está experimentando. Esto indica la importancia de observar de cerca al estudiante mientras realiza una actividad matemática.

Diversos autores definen a las actitudes como predisposiciones evaluativas (positivas o negativas), bastante estables, que condicionan al sujeto a percibir y a reaccionar de un modo ante otras personas, objetos o situaciones con las que se relaciona, que se infieren de los comportamientos de los sujetos (Gómez-Chacón, 2000; Escalante et al., 2012; Hidalgo et al., 2004; Estrada y Batanero, 2015). Señalando que las actitudes se componen de tres componentes:

- Cognitiva: se manifiesta como la percepción respecto de la facilidad, comprensión, utilidad e interés que tiene el sujeto hacia el objeto matemático.

- Afectiva: se manifiesta en los sentimientos de aceptación o rechazo de la tarea o de la materia.
- Intencional: presenta un cierto tipo de comportamiento.

Escalante et al. (2012) mencionan que generalmente, los componentes cognitivo y afectivo se utilizan para predecir el componente conductual. Por otro lado, Gómez-Chacón (2000) distingue dos tipos de actitudes en la educación matemática: actitudes hacia las Matemáticas y actitudes matemáticas. Las primeras se refieren al aprecio y al interés por la materia y por su aprendizaje. Las segundas se refieren al modo de utilizar capacidades generales como la flexibilidad de pensamiento, objetividad, etcétera.

Si durante el desarrollo de la clase hay presencia de miedo, aburrimiento, disgusto, rabia o desilusión hacia la Matemática, se generará una actitud negativa y, a su vez, proposiciones explícitas acerca de la realidad, conscientes o inconscientes e inferidas, mejor conocidas como creencias, que pueden ser favorables o desfavorables hacia la asignatura, determinando las intenciones personales del sujeto que influyen en sus comportamientos frente al objeto matemático (Marín et al., 2025). De igual forma, Hidalgo et al. (2004) definen a las creencias matemáticas como el conocimiento subjetivo del individuo sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, el cual está basado en sus experiencias. Morales (2009) define a las creencias como “un modelo habitualmente creado por la mente idealizándose generalmente en la interpretación de un conocimiento cognoscitivo”, además hace énfasis en que las creencias se introyectan desde el momento en el que el sujeto nace y que son afirmadas por el impacto verbal y el comportamiento de la familia, en la vida en comunidad y en la escuela.

En resumen, la motivación se manifiesta a través de las emociones, actitudes y creencias del individuo; las emociones generan una actitud, que puede ser positiva o negativa, y así, finalmente, inferir una creencia.

2.2 DIMENSIONES

En esta sección daremos respuesta a las siguientes preguntas que muestran nuestra postura ontológica, epistemológica y didáctica, respectivamente, ante el problema de investigación:

¿Qué son las matemáticas? ¿Cómo se construye el conocimiento matemático? y ¿Qué acciones se deben emprender para introducir como objeto didáctico al conocimiento matemático en el aula? de manera que se corresponda con las dimensiones ontológica, epistemológica y didáctica.

Tomando en cuenta que la motivación se promueve por medio de las necesidades que se le presentan al estudiante, nos lleva a **considerar a las Matemáticas (dimensión ontológica)** como parte esencial de la cultura la cual se construye y se reconstruye a través de las relaciones que generan mediante la actividad humana. La Socioepistemología concuerda con nosotros y con otros enfoques teóricos (Berguer y Luckman, 2003 y D'Ambrosio, 2014) en que la matemática es una actividad humana sustentando, además, que la construcción del conocimiento es social (Cantoral et al., 2014). Bajo esta perspectiva teórica, la matemática que se pondrá en funcionamiento dentro del aula, puede ser parte del conjunto de saberes aceptados por la comunidad matemática, pero también puede ser parte de prácticas, actividades o acciones donde ésta tiene un importante valor de uso como: la construcción de artefactos innovadores; la toma de decisiones en aspectos relacionados a la salud o decisiones financieras; innovaciones en la industria; así como también las prácticas cotidianas de las personas en comunidad, etc. Lo que nos conduce a pensar que el contexto de los estudiantes (individual, escolar, comunitario e histórico) es de gran importancia para el aprendizaje de las matemáticas.

Esquivel-Mejía (2023) analiza las actitudes que presentan 212 estudiantes hacia las matemáticas mostrando que el 61.3% las consideran un poco útiles, sin embargo, desconocen situaciones de su vida cotidiana dónde aplicarlas. Así, se observa una débil relación entre la matemática escolar y la matemática del educando (Mendoza-Higueras y Cordero, 2018). Por otro lado, uno de los estudios que han guiado la postura que tomaremos en esta investigación, es el de Alsina y Domingo (2007) quienes realizaron un estudio con un grupo experimental en el cuál el estudiante era un sujeto activo durante la construcción del conocimiento matemático, aplicando actividades con problemas en contexto. Concluyendo que los educandos mostraron mayor interés en el aprendizaje de las matemáticas.

Esto último externó la necesidad de crear las condiciones en el aula para **construir conocimiento matemático (dimensión epistemológica)** tomando en cuenta el contexto del

sujeto. La Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME) lo denomina *construcción social del conocimiento* (Cantoral et al., 2014). Por lo que nos interesa generar una relación recíproca entre la matemática de la escuela y la vida cotidiana. Mendoza-Higueras y Cordero (2018) definen las *resignificaciones de los usos del conocimiento matemático* como la movilidad de los usos y significados del conocimiento matemático en el cotidiano de la vida.

Estamos de acuerdo con la TSME en que el conocimiento matemático se construye a través de la interacción social, por lo que es conveniente consentir a la realidad como la relación del conocimiento entre la escuela, el trabajo y la ciudad, es decir, nos preocupamos por la función social del conocimiento (Mendoza-Higueras y Cordero, 2018).

Para lograr nuestro propósito de que los educandos logren visualizar el uso de las matemáticas con problemas en contexto, recurrimos a la Modelación Matemática, cuya definición varía dependiendo desde que enfoque teórico se está planteando. Arrieta y Díaz (2015) sitúan a la modelación matemática en comunidades profesionales, definiéndola como una articulación entre dos entidades: modelo y “lo modelado”. Los autores plantean como ejemplo que si se tiene un electrocardiograma, éste sólo podrá ser interpretado por un cardiólogo, ya que sólo él tiene los conocimientos necesarios para hacerlo. Así el sujeto es la entidad denominada modelo y el electrocardiograma es “lo modelado”. Es decir, las matemáticas toman el carácter de herramienta en estas prácticas de modelación (Soto y Díaz, 2023).

En Blum y Borromeo (2009) se manifiesta a la modelación matemática mediante un ciclo que plantea los siete procesos cognitivos que atraviesa el sujeto al momento de modelar. A pesar de que los autores mencionan que el proceso no siempre lleva el mismo orden, el ciclo si debe concluir para lograr trasladarse entre el mundo real y las matemáticas en ambas direcciones. Por otro lado, Villa-Ochoa (2014) señala que la modelación matemática debe comprenderse como una actividad que no solo se articula a la situación de estudio, sino que también reconoce otros aspectos de la naturaleza humana y del papel de la matemática en la sociedad. El autor sugiere al análisis de modelos como una situación que permite que los estudiantes modelen a través de tres momentos: acercamiento a las representaciones, profundización del fenómeno y reflexionar sobre los resultados.

Un enfoque más actual es el que se expone en Soto (2020), la autora hace énfasis en el programa propuesto por Cordero (2016) (citado en Soto, 2020) “Sujeto olvidado y transversalidad de saberes” (SOLTSA) que consiste en revelar los usos del conocimiento matemático y sus resignificaciones en las comunidades de conocimiento matemático de la gente: en la escuela, en el trabajo o la profesión, y en las vidas cotidianas. Este programa concibe a la modelación como una práctica social que permite al sujeto construir conocimiento matemático.

De la revisión respecto a las diversas definiciones que han sido planteadas sobre la modelación matemática, hemos identificado algunos argumentos compartidos, como: la relación entre la matemática y la realidad, el reconocimiento del sujeto que modela (estudiante, profesor, profesionista, entre otros) y la transformación de la realidad a partir del modelo o viceversa (Soto, 2020). Debido a los fines de nuestra investigación, adoptaremos la definición de modelación proporcionada por el programa SOLTSA, dado que posibilita construir conocimiento matemático a partir de la práctica social del individuo **(dimensión didáctica)**.

Este capítulo nos permitió comparar las distintas definiciones de motivación propuestas, hasta este momento, en la literatura y así apropiar la definición más alineada a los fines de esta investigación. De igual forma, las dimensiones nos proporcionaron las ideas necesarias para construir los instrumentos y técnicas de recolección de datos que mejor colecten las emociones, actitudes y creencias que manifiesten los estudiantes a través de su comportamiento. A continuación, en el siguiente capítulo, se definirá la metodología que se utilizó para la obtención de los datos.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

La **investigación** se define como “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (Sampieri et al., 2014). Aludiendo a la definición, es necesario describir los procesos que se llevaron a cabo durante el desarrollo de nuestra investigación. Existen dos aproximaciones principales de la investigación: enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo. El **enfoque cuantitativo** tiene por objetivo identificar y controlar variables dependientes e independientes en contextos controlados por el equipo que realiza la investigación, priorizando los diseños estructurados e inalterables, dicho de otro modo, construye teorías y analiza realidades en las que están sumergidos los sujetos colectivos (López, 2016). Por otro lado, el **enfoque cualitativo** consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos más bien subjetivos) recolectados a través de técnicas como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, discusión en grupo, etcétera (Sampieri et al., 2014). En este enfoque, la principal preocupación del investigador es observar las vivencias de los participantes en su contexto natural.

El enfoque cuantitativo se utiliza para consolidar, con gran exactitud, los patrones de comportamiento de una población, mientras que el enfoque cualitativo busca formar creencias en el investigador respecto de los participantes que están siendo observados. Esta investigación se llevó a cabo con un enfoque cualitativo por dos razones principales; la primera es porque, como pudimos observar en la revisión de la literatura, la mayor parte de las investigaciones realizadas hasta ahora, en cuanto a la influencia de la motivación en el aprendizaje de las matemáticas, han sido desarrolladas desde un enfoque cuantitativo (Hidalgo, Maroto y Palacios, 2004; Panizza, 2015; Alsina y Domingo, 2007) centrándose únicamente en analizar con métodos estadísticos los datos obtenidos al aplicar una prueba estandarizada que mide la motivación y no prestan atención a las emociones y/o perspectivas de los participantes. La segunda razón, como menciona Lewis (2013), un estudio con enfoque cualitativo puede ser más central para observar y comprender mejor el fenómeno de la motivación, es decir, analizar las emociones, actitudes y creencias que externalan los sujetos de estudio a través de diversos métodos.

3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En una investigación de enfoque cualitativo, el **diseño** expone la estructura general que se utiliza durante el proceso de investigación, es flexible y abierto, ya que se va adaptando a las condiciones del escenario (Salgado, 2007). Existen múltiples modalidades dentro del diseño de una investigación cualitativa, cada una adaptada al objetivo y naturaleza del estudio. Dentro de éstas se encuentra el **estudio de caso**, López (2013) lo define como “una investigación empírica de un fenómeno del cual se desea aprender dentro de su contexto real cotidiano”. Esta modalidad es bastante útil cuando los límites entre fenómenos no son claros, por lo que se requieren múltiples fuentes de evidencia (López, 2013).

Considerando nuestro objetivo general, que es analizar si las estrategias didácticas que involucran los problemas en contexto aumentan el nivel de motivación en los estudiantes, hemos decidido asumir al estudio de caso como diseño de nuestra investigación, dado que nos permite observar la conducta a través de la recolección de datos por medio de la observación, entrevistas, producciones escritas, etcétera. Muestra de esto son los diversos estudios que se han realizado para medir motivación utilizando el estudio de caso como diseño de investigación (Hidalgo et al., 2004; Alsina y Domingo, 2007; Esquivel-Mejía, 2023).

3.2 SUJETOS DE ESTUDIO

Múltiples investigaciones han mostrado que los estudiantes no se sienten motivados para aprender matemáticas (Hidalgo et al., 2004; Alsina y Domingo, 2007), lo que los impulsa a elegir áreas de estudio que no impliquen el uso de las matemáticas. En la Escuela Preparatoria Número Uno de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo los alumnos, a partir de cuarto semestre, deben elegir un Propedéutico cuyas opciones son: Ciencias Básicas e Ingeniería, Artes, Ciencias Económico Administrativas, Ciencias Agropecuarias, Ciencias Sociales y Humanidades y Ciencias de la Salud. Estos propedéuticos les permiten a los futuros universitarios conocer, a grandes rasgos, temas relacionados con el área de interés en la cual planean elegir una profesión.

Diferentes trabajos (Chronaki et al., 2019; Vesga-Bravo et al., 2025) muestran que, en la mayoría de ocasiones, los aprendices suelen elegir una profesión de Ciencias Sociales y

Humanidades debido al bajo contenido de matemáticas. Por tal motivo, decidimos elegir a un grupo del propedéutico de Ciencias Sociales y Humanidades que se encontraban cursando sexto semestre. Los sujetos seleccionados nos permitieron observar si se vio afectada su motivación en los diferentes momentos del trabajo de aula bajo una secuencia de modelación para la enseñanza de las matemáticas después de realizar la actividad que estaba formada por problemas en contexto, la cual fue aplicada en la etapa final del semestre. Es importante mencionar que la persona que aplicó la actividad, además de ser la investigadora, fue su docente del grupo durante todo el semestre, ya que permitió que los estudiantes se sintieran con la confianza de manifestar sus emociones durante el desarrollo de la actividad.

Al ser estudiantes de preparatoria, en su mayoría menores de edad, se les solicitó a los padres de familia la autorización para utilizar las respuestas de sus hijos proporcionadas a través de los diferentes instrumentos (producciones escritas, grabaciones de audio y cuestionario de creencias). En el Anexo 1 pude consultar el formato.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Una vez indicado el enfoque y el diseño de la investigación es necesario seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Se entiende por **técnica** al procedimiento o forma particular de obtener datos (Arias, 2001). Al aplicar una técnica implica una obtención de datos que deben ser guardados en un medio material para que puedan ser procesados y analizados. Arias (2001) define como **instrumento** de recolección de datos a “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital) que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. En esta investigación hemos decidido utilizar las siguientes técnicas: **observación estructurada, encuesta y producciones escritas**.

La observación estructurada nos permitió examinar con detenimiento las emociones y actitudes a través de la conducta de los estudiantes. Para esta técnica utilizamos como instrumento las notas de campo, cuyo diseño admite una visualización clara de las emociones y actitudes, ya que, como señala Lewis (2013), las emociones necesitan ser analizadas minuto por minuto. Asimismo, utilizamos grabaciones de audio dado que la actividad se llevó a cabo en equipos, estas grabaciones nos permitieron analizar la componente afectiva

y cognitiva de las actitudes por medio de sus expresiones y comentarios compartidos con sus compañeros, respectivamente.

Marín et al. (2025) señalan que las creencias se construyen y transforman a lo largo de la vida del sujeto. Esto implica que no se pueden observar con un instrumento cualitativo, por ese motivo decidimos utilizar la técnica de la encuesta, que nos permitió recolectar información sobre las creencias hacia las matemáticas de forma cuantitativa. La revisión de literatura nos mostró que existe un rechazo hacia las matemáticas debido a las malas experiencias que han tenido con éstas, lo cual implica una creencia negativa. Escalante et al. (2012) obtuvieron, durante el desarrollo de su investigación, los factores que más influyen en las actitudes y creencias de los estudiantes sobre las matemáticas: utilidad, capacidad, dificultad y facilidad. Por lo que decidimos aplicar un cuestionario, a través del Formulario de Google, para estudiar las creencias de los aprendices respecto a los factores antes mencionados.

En cuanto a las producciones escritas, se utilizó una actividad basada en la modelación matemática (Vilchis y Soto, 2021), cuyo objetivo era que los alumnos llevaran a cabo una resignificación y uso de las gráficas por medio de un problema en contexto. Estas producciones nos permitieron examinar el conocimiento sobre el uso de las gráficas que presentaron los aprendices.

En la siguiente sección se dará una explicación más detallada de los instrumentos que se utilizaron.

3.4 DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Durante el desarrollo de esta sección se mostrará con detalle la justificación y el diseño de los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación.

3.4.1 GRABACIONES DE AUDIO

Este instrumento recolectó las expresiones de los estudiantes durante el desarrollo de la actividad, puesto que el trabajo colaborativo los incita a argumentar sus respuestas. Esto nos da acceso para analizar el conocimiento matemático que están efectuando los estudiantes en cada uno de los momentos de la actividad, de esta forma se analiza si se cumplió el objetivo

planteado en cada momento. Además, las grabaciones de audio dieron evidencia de las actitudes (negativas o positivas) que experimentaron los alumnos durante la aplicación.

3.4.2 NOTAS DE CAMPO

Este instrumento fue ejecutado por una observadora que fue capacitada con anticipación para que lograra observar los datos necesarios. El diseño de las notas de campo le indicaba los elementos que debían ser recolectados (emociones y actitudes). En la Tabla 3.1 se muestra la estructura general del instrumento, sin embargo, para cada momento de la actividad se realizan las modificaciones necesarias que se muestran en el Anexo 2.

Tabla 3.1 Protocolo de observación
Elaboración: Propia, basado en Romero (2020)

Momento 1: Fisión bacteriana		
Objetivo: Identificar y representar las fases de reproducción de la bacteria, así como su duración, a partir del uso de la gráfica y la tabla.		
I. Datos generales		
Número de equipo:	Fecha:	
Cantidad de estudiantes:	Hombres:	Mujeres:
II. Desarrollo del momento		
¿Qué realizó el docente durante el desarrollo de la tarea?	Describa la interacción entre el docente y los estudiantes.	
Observaciones:		
III. Actitudes		

Actitudes hacia las matemáticas			
¿Qué actitud presentan los alumnos al escuchar las indicaciones?			
Actitudes matemáticas			
¿Qué actitud muestran durante la resolución de la actividad?			
IV. Emociones			
¿Cuáles de las siguientes emociones se presentaron?			
Animado	Curiosidad	Confianza	Diversión
Aburrimiento	Gusto	Bloqueo	Prisa
Desconcierto	Indiferencia	¡Lo tengo!	Desesperación
Tranquilidad	Come la cabeza	Observaciones:	
V. Reacciones de la comunidad			
¿Cuál fue el comportamiento general?		¿Cuál fue el rol del profesor?	
¿Hubo estudiantes líderes y/o participativos?		¿Hubo estudiantes que no participaron?	
Observaciones:			
VI. Reacciones ante la presencia del observador externo			
¿Existió algún acontecimiento o reacción de la comunidad que favorezca o impida que se me acepte como integrante?			

VII. Registros complementarios

¿Cuál fue la actitud ante los registros complementarios (audio y/o vídeo)?

La observadora llenó una Tabla 3.1 para cada uno de los 5 equipos, cuyos resultados se mostrarán en el siguiente capítulo. Como se puede observar, las notas de campo contienen un apartado con las emociones que se podrían presentar durante la aplicación. Estas emociones fueron propuestas por la autora Gómez-Chacón (1998), quien durante varios ciclos escolares analizó detalladamente las emociones que presentaban los estudiantes al resolver problemas de matemáticas, clasificándolas como emociones positivas (curiosidad, animado, gusto, tranquilidad, diversión, confianza y ¡lo tengo!) y emociones negativas (aburrimiento, desconcierto, indiferencia, come la cabeza¹, bloqueo, prisa y desesperación). La misma autora relata en su libro *Matemática emocional* (2000), que las actitudes se pueden clasificar en actitudes hacia las matemáticas y actitudes matemáticas. Las primeras se refieren al aprecio y al interés por la materia y por su aprendizaje. Las segundas se refieren al modo de utilizar capacidades generales como la flexibilidad de pensamiento, objetividad, etcétera.

Con esos apartados, las notas de campo nos permitieron observar con detenimiento las emociones y actitudes que expresaron los estudiantes durante el desarrollo de la actividad.

3.4.3 CUESTIONARIO

Como se señaló en la sección anterior, el cuestionario recolectó la información necesaria para determinar las creencias de los estudiantes. Empleamos el cuestionario de tipo Likert propuesto por Morales (2009) para medir las actitudes de los encuestados, cuyo diseño ya ha sido validado por expertos y comprobada su confiabilidad. El instrumento original consta de 48 ítems distribuidos en tres componentes (dimensión cognitiva, dimensión afectiva y

¹ La emoción “come la cabeza” definida por Gómez-Chacón (1998) fue traducida directamente de su investigación y puede entenderse como una preocupación excesiva y/o sobrepensar.

dimensión comportamental). Morales (2009) señala que los ítems de la dimensión cognitiva reflejan las creencias, las competencias matemáticas, la valoración de la Matemática Escolar y la ansiedad que experimenta el encuestado. Lo que buscamos analizar con este instrumento fueron las creencias sobre la facilidad, dificultad, comprensión y utilidad (Escalante et al., 2011) que muestran los estudiantes hacia las matemáticas. Por tal motivo, decidimos sólo tomar los ítems de la dimensión cognitiva compuesta por 16, de los cuales excluimos dos, ya que no revelan las creencias que necesitamos. Finalmente, el cuestionario que utilizamos quedó compuesto de 14 ítems y una pregunta abierta, ésta con la finalidad de indagar acerca de las experiencias de cada estudiante, así como los sucesos que los hace sentirse exitosos en la clase de matemáticas. En la Tabla 3.2 se muestra el cuestionario realizado.

Tabla 3.2 Cuestionario obtenido de Morales (2009).

Ítem	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Las matemáticas son conceptos y procedimientos que tenemos que memorizar.					
Ante un problema matemático leo con detenimiento, comprendo, planteo una estrategia y luego trato de encontrar sus posibles soluciones.					
Las matemáticas son una asignatura muy importante.					
Siento miedo de hacer el ridículo cuando el profesor me manda al pizarrón.					
Al intentar resolver un problema es más importante el resultado que el proceso seguido.					

Las matemáticas son importantes para la vida de todos.					
Antes de los exámenes finales me siento irritado, inquieto y con insomnio por equivocarme durante el examen de matemática.					
Las Matemáticas están llenas de x, y, además de fórmulas incomprensibles.					
Sabiendo resolver los problemas que propone el profesor en clase, es posible solucionar otros del mismo tipo si sólo les han cambiado los datos.					
Las matemáticas me ayudan a entender otras ciencias.					
Comprender las matemáticas es algo que sólo está al alcance de los genios.					
Busco diferentes maneras y métodos de resolver un problema.					
Creo que es importante aprender matemáticas en la preparatoria.					
Durante el semestre me siento agobiado por tanto trabajo de matemáticas.					
¿Qué momentos o experiencias en la clase de matemáticas te han hecho sentir orgulloso de ti mismo o que estás teniendo éxito? Relata algún ejemplo en el que te hayas sentido así.					

En el siguiente capítulo se mostrará la relación entre las actitudes y emociones que externaron los sujetos y las respuestas que se obtuvieron al contestar la escala.

3.4.4 DISEÑO DE ACTIVIDAD Y ANÁLISIS PRELIMINAR

Diversos estudios muestran que el uso de actividades en contexto en la clase de matemáticas, ha logrado aumentar la motivación de los estudiantes (Alsina y Domingo, 2007; Esquivel-Mejía, 2023; Hannula, 2006). Por tal motivo decidimos elegir una actividad denominada “*El uso de la gráfica en un escenario de crecimiento de poblaciones bacterianas*”, recuperada del libro Situaciones de Modelación Educativa (Silva-Crocci y Soto, 2021) cuyas autoras, provenientes de Chile, son la Dra. Karina Vilches Ponce y la Dra. Daniela Soto. Esta actividad tiene como objetivo principal desarrollar el uso de la gráfica en los estudiantes de enseñanza media en una situación de crecimiento de bacterias y está basada en la modelación planteada por el grupo SOLTSA, ya que busca considerar los usos del conocimiento en otros dominios o en el cotidiano de los sujetos. Dicha actividad consta de tres momentos, cada uno con un objetivo específico y con un análisis a priori que contiene las respuestas esperadas y las posibles dificultades que se pueden presentar al implementar la actividad.

Con el fin de generar una actividad que fuera completamente entendible por los estudiantes, fue analizada por profesoras de Matemáticas del nivel Medio Superior y una Licenciada en Matemáticas Aplicadas. Las observaciones realizadas propusieron llevar a cabo un acercamiento con las fases de reproducción de las bacterias para que los sujetos de estudio comprendieran con mayor facilidad la actividad. Decidimos utilizar el proceso de fermentación de la levadura, ya que es un elemento comúnmente utilizado para la creación de pan y, a pesar de que la levadura no es una bacteria, sus fases de reproducción son iguales a las de una bacteria, por lo que fue de gran utilidad para abordar los conocimientos previos necesarios para contestar la actividad. Asimismo, las respuestas de la Licenciada en Matemáticas Aplicadas nos proporcionaron soluciones y dificultades diferentes a las que expone el libro, por esta razón decidimos realizar un análisis preliminar. En la tabla 3.3 se muestra el análisis preliminar, la primera columna indica el momento de la actividad, la cual está dividida en tres momentos, y en la segunda columna se coloca el objetivo de éste. En la columna 4 y 5 se presentan las respuestas esperadas y las posibles dificultades que podrían presentar los estudiantes para cada pregunta.

Tabla 3.3 Análisis preliminar

	Objetivo	Tarea	Respuestas esperadas	Dificultades
Primer momento	Identificar y representar las fases de reproducción de la bacteria, así como su duración, a partir del uso de la gráfica y la tabla.	1	Llenado de la tabla con los valores correspondientes a partir del reconocimiento de los puntos en la gráfica.	Interpretación de los puntos en el plano y su representación en la tabla.
		2	Latencia y exponencial complementando con un argumento o con el intervalo de tiempo.	No asocia la gráfica con las fases de reproducción.
		3	4 unidades de tiempo, también pueden responder que dura 6 unidades, debido a que en ese momento la cantidad de bacterias aumenta.	Baja comprensión de la fase de latencia y del concepto de fisión. No interpreta de forma adecuada el eje horizontal.
		4	La fase exponencial dura 8 tiempos y en la gráfica no se observa la fase estacionaria.	Considera necesario conocer la continuación de la gráfica para responder. Cuenta las unidades de tiempo a partir del 6.
		5	Representan todas las fases de reproducción.	No toma en cuenta las unidades de tiempo y el hecho de que la bacteria se reproduce por fisión. No representa todas las fases.
Segundo momento	Confrontar los resultados experimentales	1	Obtención de los siguientes pares ordenados: $\{(2,100), (4,100), (6,200), (8,400),$	No identifica el patrón para completar la tabla. Ubica

	con el modelo teórico. Conjeturar y argumentar las posibles causas de las diferencias que se observan con el uso de la gráfica.		(10,800), (12,1600}}. Representarlos en la tabla y la gráfica.	erróneamente los puntos en el plano.
		2	Reflexionar sobre las diferencias en las unidades de tiempo y en la cantidad de bacterias obtenidas en el experimento.	Indiferencia en el análisis de la tabla y la gráfica.
		3	• Causa 1: El modelo teórico considera un medio ideal para la reproducción de la bacteria y en el experimento posiblemente no se tuvo el medio adecuado. • Causa 2: El modelo teórico considera que la fisión ocurre cada dos tiempos de manera constante, sin embargo, en el experimental no se observa este comportamiento. • Causa 3: En el laboratorio no se creó el medio adecuado para que la bacteria se reprodujera cada dos tiempos. No analiza la escala del eje vertical, por lo que no logra comparar el modelo teórico y el experimental.	No analiza los valores tanto del eje horizontal como del eje vertical.
		4.a	Promedio: 2.02916667. Desviación estándar: 0.27401867	Uso inadecuado de la calculadora y/o herramienta del programa Excel.

		4.b	Llenado de la primera tabla con el tiempo promedio sabiendo que la fisión ocurre cada 2 unidades de tiempo. En las otras tablas realizar las modificaciones necesarias en la columna del tiempo y conservar los valores en la columna N(t).	No reflexiona con profundidad la columna que debe ser modificada.
		4.c	Colocar los valores en los ejes del plano a conveniencia para graficar los datos de las tres tablas.	Coloca de forma errónea la escala de los ejes, lo que dificulta la comparación de los valores.
		4.d	Traza e identifica que la curva del modelo experimental se encuentra por debajo de las curvas del promedio. Uso del software Excel para analizar con mayor exactitud las gráficas.	La escala no le permite observar la diferencia en los modelos.
		4.e	Usa la gráfica para argumentar si las causas que respondió en la pregunta 3 son correctas.	No profundiza en las razones por las cuales la gráfica del método experimental se encuentra por debajo de las curvas del promedio.
Tercer momento	Usar la gráfica para argumentar el	1.a	En el Medio 1, la fase de latencia tiene una duración de 2 tiempos, a comparación	No se observa con detenimiento la escala de los

	comportamiento del fenómeno.		del Medio 2 que dura 6 tiempos. La bacteria en el Medio 1 se adapta con mayor rapidez que en el Medio 2. Las condiciones de reproducción en el Medio 1 son mejores en comparación con el Medio 2.	ejes y sólo centra su atención en la curva.
		1.b	El Medio 1 es del sujeto de 55 años, debido al desgaste intestinal. El medio 2 es del sujeto de 30 años, pues la bacteria tardó más tiempo en adaptarse. También existe la posibilidad de que responda que el Medio 1 es del sujeto de 30 años y el Medio 2 del sujeto de 55, todo dependerá de la experiencia que tenga el individuo.	Las creencias del individuo.
		2.a	La bacteria de tipo mutante.	Sólo observa las curvas sin prestar atención a la escala de los ejes.
		2.b	El individuo 1 no permite que la bacteria se reproduzca en una gran cantidad, comparado con el individuo 2, que, a pesar de	Se presta atención solamente en la fase de latencia, dejando de lado la escala de los ejes y la continuidad de la curva.

			tener una fase de latencia con mayor duración, permitió que la cantidad de bacterias creciera bastante rápido.	
		3.a	Latencia: 8 tiempos. Exponencial: no se presenta. Estacionaria: no se presenta. Muerte: 1 tiempo. Relato: la bacteria no se adaptó al medio.	No relaciona la gráfica con las fases de reproducción y las condiciones del medio.
		3.b	Latencia: 6 tiempos. Exponencial: 10 tiempos. Estacionaria: no se presenta. Muerte: 4 tiempos. Relato: la bacteria logra adaptarse y se reproduce, sin embargo, al tiempo 16 comienza a reducirse la cantidad; del tiempo 20 al 24 logran adaptarse las bacterias que sobrevivieron y se vuelven a reproducir.	No relaciona la gráfica con las fases de reproducción y las condiciones del medio.
		3.c	Latencia: 6 tiempos. Exponencial: 12 tiempos. Estacionaria: 12 tiempos. Muerte: no se presenta. Relato: la bacteria alcanza	No relaciona la gráfica con las fases de reproducción y las condiciones del medio.

			su punto máximo de reproducción y se mantiene.	
--	--	--	---	--

A continuación, se llevó a cabo un pilotaje con alumnos que presentaban características similares a los sujetos de estudio, con el fin de analizar si los enunciados de la actividad eran claras para ellos. De igual forma nos permitió medir el tiempo de aplicación necesario para completar la actividad, observar como influyó el ejemplo de la levadura en la comprensión de las fases de reproducción de la bacteria y organizar de mejor manera la aplicación para que la observadora logre recabar los datos necesarios. Asimismo, logramos percibir que las redacciones de algunos enunciados de la actividad no eran completamente claros en lo que solicitaban. Posterior al pilotaje se realizaron las modificaciones pertinentes a la actividad recolectada y se obtuvo un diseño con preguntas más claras que se puede consultar en el Anexo 3.

Hasta ahora ya se mostraron las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recogida de datos necesarios para nuestra investigación, en el siguiente capítulo se mostrarán las categorías que se implementaron para analizar los datos recabados.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como introducción a este capítulo, recordemos que nuestra investigación fue cualitativa, debido a que nos permitió analizar el comportamiento de los sujetos en su ambiente cotidiano y, así observar de mejor forma las emociones, actitudes y creencias que se manifestaron durante la aplicación de la actividad basada en modelación matemática. Estos componentes, como indica Hannula (2006), facilitan la exploración de la motivación que presentan los estudiantes. A lo largo de este capítulo se presentarán las categorías a partir de las cuales se analizaron los datos recolectados mediante los distintos instrumentos definidos en el capítulo anterior: grabaciones de audio, producciones escritas, notas de campo y cuestionario.

4.1 CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

Gómez-Chacón (2000) señala que existe una relación bidireccional entre el dominio afectivo y el aprendizaje matemático. Para fines de esta tesis, se implementó una actividad basada en la modelación matemática, cuyo objetivo principal fue desarrollar el uso de la gráfica mediante situaciones planteadas en el cotidiano de los estudiantes (Silva-Crocci y Soto, 2021). Por otro lado, como se planteó en el capítulo 2, asumimos que la motivación se manifiesta por medio de la conducta, las emociones, actitudes y creencias. Tomando en cuenta lo antes mencionado, se han creado dos principales categorías de análisis que se muestran en la **Figura 4.1** y **Figura 4.2**.

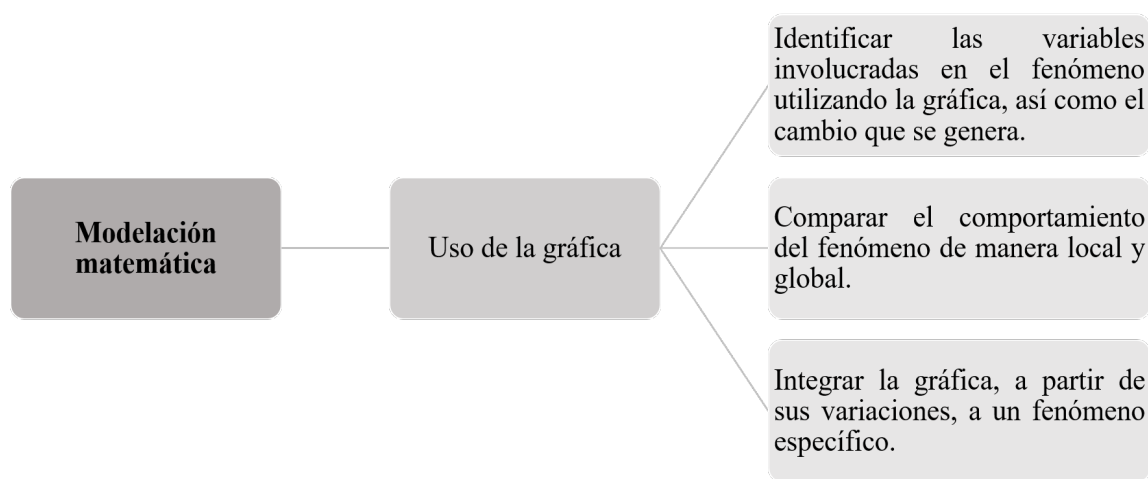


Figura 4.1. Categorías y subcategorías de la modelación matemática.

Elaboración propia. basada en Vilches K. v Soto D. (2021).

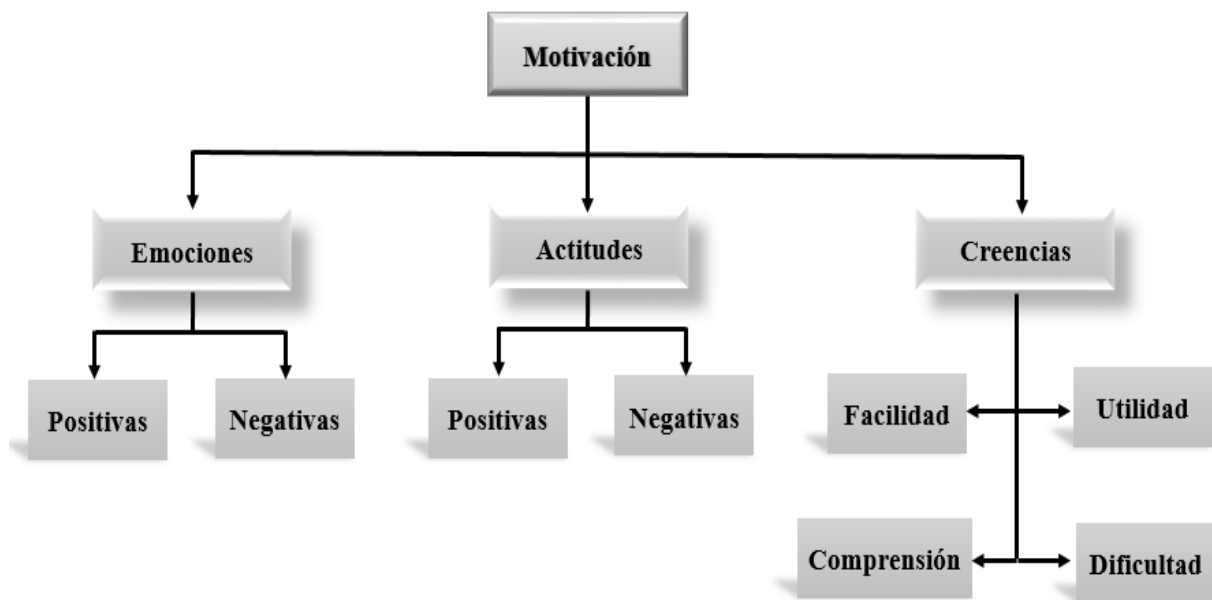


Figura 4.2. Categoría y subcategorías de la motivación.

Elaboración propia.

A continuación, se profundizará en las categorías específicas de cada instrumento que se utilizaron para el análisis de resultados.

4.1.1 PRODUCCIONES ESCRITAS

Como se mencionó en el capítulo 3, la actividad que se implementó está basada en la modelación matemática, específicamente, en la categoría del uso de la gráfica. Está constituida por tres momentos, cada uno con un propósito concreto para implementar la categoría principal. En la **Tabla 4.1.1** se muestran los objetivos que se evaluaron en cada producción escrita.

Tabla 4.1.1 Análisis de las producciones escritas

	Objetivo general	Tareas	Objetivo específico	Justificación
Primer momento	Identificar y representar las fases de reproducción de la bacteria, así como su duración, a partir del uso de la gráfica y la tabla.	1 al 4	Identifica las fases de reproducción de la bacteria y su duración, a partir del uso de la gráfica y la tabla.	
		5	Representa las fases de reproducción por medio de la gráfica.	
Segundo momento	Confrontar los resultados experimentales con el modelo teórico. Conjeturar y argumentar las posibles causas de las diferencias que se observan con el uso de la gráfica.	1,2,4.a, 4.b, 4.c y 4.d	Compara los resultados experimentales y los resultados teóricos. Grafica los resultados.	
		3 y 4.e	Conjetura posibles causas de las diferencias y utiliza la gráfica para argumentarlas.	
Tercer momento	Usar la gráfica para argumentar el comportamiento del fenómeno.	1 y 2	Identifica la relación entre el Medio y la cantidad de bacterias que se producen.	

		3	Identifica en la gráfica las fases de reproducción de la bacteria, así como su duración. Además, conjetura un relato para el crecimiento de ésta.	
--	--	---	---	--

La primera columna señala el momento específico de la actividad que se pretende evaluar, la segunda plantea el objetivo general a cumplir, la cuarta columna especifica los objetivos particulares que cumplen las tareas que se mencionan en la tercera columna. La última columna se utilizó para justificar si se completó el objetivo general al examinar las respuestas escritas de los estudiantes, así como las grabaciones de audio que se generaron durante la implementación de la actividad. Dichas grabaciones nos permiten examinar con mayor detalle las respuestas colocadas en las hojas impresas.

4.1.2 CUESTIONARIO

En el capítulo anterior se mencionó que este instrumento nos proporciona información sobre las creencias de los estudiantes sobre la capacidad, utilidad y facilidad o dificultad de las matemáticas. De igual forma, se indicó que este cuestionario es un extracto del presentado por Morales (2009) que nos permitía medir lo antes señalado. Al ser un cuestionario que ya ha sido validado y se ha probado su confiabilidad, ya se tienen indicadas las distintas categorías con las que se mide. A continuación, se muestran los puntajes que proporciona cada respuesta dependiendo si es una pregunta con dirección positiva o negativa. De acuerdo con la **Tabla 4.1.2**, cada respuesta obtiene un puntaje, al tener todos los resultados listos se calcula el promedio y dependiendo de éste se concluye el nivel de creencia que externa el alumno. Los distintos niveles se indican en la **Tabla 4.1.3**.

Tabla 4.1.2 Asignación de puntaje.

Opción	Reactivos con dirección positiva	Reactivos con dirección negativa
Totalmente de acuerdo	5	1
De acuerdo	4	2
Indeciso	3	3
En desacuerdo	2	4
Totalmente en desacuerdo	1	5

Tabla 4.1.3 Nivel de creencia.

Nivel	Intervalo
Positiva	5 a 4
Parcialmente Positiva	4 a 3
Indecisa	3
Parcialmente Negativa	3 a 2
Negativa	2 a 1

De esta forma, podemos considerar la influencia de las creencias en la motivación de los estudiantes después de experimentar una actividad basada en la modelación matemática. La **Tabla 4.1.4** muestra los ítems que tienen dirección positiva y negativa, respectivamente.

Tabla 4.1.4 Ítems

Dirección positiva	2, 3, 6, 9, 10, 12, 13
Dirección negativa	1, 4, 5, 7, 8, 11, 14

El cuestionario que se aplicó, constó de 7 preguntas con dirección positiva, 7 preguntas con dirección negativa y una pregunta abierta. Esta última fue creada con dos objetivos: primero, identificar si el proceso vivido había tenido algún efecto y segundo con el fin de corroborar las respuestas del estudiantado, puesto que debe existir una congruencia con las respuestas de las 14 preguntas cerradas y la pregunta abierta. Por ejemplo, si un estudiante expresa que se le dificulta resolver problemas matemáticos, su respuesta en la pregunta abierta debe indicar que el alumno se siente exitoso cuando logra resolver un problema en la clase de matemáticas.

4.1.3 NOTAS DE CAMPO

La finalidad de este instrumento es complementar, por medio de la observación, los resultados obtenidos en las producciones escritas y el cuestionario. Además, permitió identificar las emociones instantáneas que externaba el alumnado durante la resolución de la actividad que no son posibles de detectar con los instrumentos antes mencionados. De igual forma, posibilitó la apreciación de los tipos de actitudes que se presentaron, al igual que las interacciones que se llevaron a cabo en el aula de clase. Para observar con mayor detalle las componentes de las notas de campo consulte el Anexo 2.

Las posibles interacciones que se presentaron en el proceso son: alumno-alumno, alumno-docente, alumno-grupo, grupo-docente (Gómez-Chacón, 1998). Por otro lado, se utilizó el Mapa de Humor de Gómez-Chacón (1998), debido a que, como señala la creadora, contiene las emociones que se manifestaron con mayor frecuencia en las investigaciones que realizó durante los años que ha dedicado a estudiarlas. Estas emociones, más allá de notar si son positivas o negativas, se relacionan con las actitudes que se detectan en el proceso y cómo contribuyen al desarrollo de la actividad. Así mismo, este mapa nos permitió conocer las

emociones que experimentaron los estudiantes al trabajar en equipo y son complementadas con las grabaciones de audio, donde se muestra el intercambio de opiniones entre los integrantes. En la **Tabla 4.1.5** se muestra la clasificación que realiza la autora de las emociones positivas y negativas.

Tabla 4.1.5

Emociones positivas	Emociones negativas
Curiosidad	Desconcierto
Animado	Come la cabeza
Gusto	Desesperación
Tranquilidad	Indiferencia
¡Lo tengo!	Prisa
Confianza	Aburrimiento
Diversión	Bloqueo

Finalmente, las notas de campo nos indicaron si los estudiantes mostraron una actitud positiva o negativa ante la resolución de las diversas tareas y sobre la interacción con sus compañeros de trabajo, así como la influencia de la intervención del docente en el desarrollo de la actividad de modelación.

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se mencionó en la metodología se llevó a cabo un pilotaje con un grupo, con características similares a los sujetos de estudio, que nos permitió realizar las adecuaciones necesarias para que la aplicación de la actividad se llevara a cabo de la mejor forma. En el pilotaje se entregaron todas las hojas correspondientes a los tres momentos de la tarea, lo cual ocasionó que los equipos no avanzaran con el mismo ritmo, algunos integrantes se adelantaron en contestar las actividades y eso no permitió observar sus emociones y actitudes en cada parte de la sesión. De igual forma notamos que se necesitaban dos sesiones de dos horas cada una para llevar a cabo todas las tareas planteadas en la actividad de modelación.

Por tal motivo, decidimos entregar las impresiones separadas por momentos y esperar a que todos los equipos concluyeran las tareas para pasar al siguiente momento. Así la observadora pudo recabar la información requerida en las notas de campo sin ningún problema. Es importante mencionar que la actividad se aplicó a fin de semestre y la investigadora fue quién la dirigió, quién además fue su profesora durante todo el semestre. Este hecho influyó en que los estudiantes mostraran con mayor confianza sus emociones y actitudes frente a la resolución de las tareas planteadas.

Por otro lado, con el propósito de que los aprendices tuvieran un contacto previo con un ejemplo específico de las fases de reproducción de una bacteria, se les proyectó una presentación que mostraba la fermentación de la levadura que, a pesar de no ser una bacteria, su proceso de reproducción es muy similar. A continuación, se dará a conocer cómo se organizaron los equipos de trabajo y el análisis de los datos recabados utilizando las categorías que planteamos anteriormente.

El grupo constaba de 19 estudiantes. En un principio se consideró formar equipos de máximo tres individuos, sin embargo, sería más difícil para la observadora recopilar todos los datos necesarios de las notas de campo de al menos 6 equipos, por lo que se sugirió que fueran 5 equipos, de los cuales 4 de ellos tendrían 4 integrantes y un equipo de 3. Se les solicitó a los participantes que tomarán la decisión de cómo conformar sus equipos.

Finalmente, se formaron los equipos de la siguiente manera:

- Equipo 1: 5 integrantes.
- Equipo 2: 4 integrantes.
- Equipo 3: 2 integrantes.
- Equipo 4: 4 integrantes.
- Equipo 5: 4 integrantes.

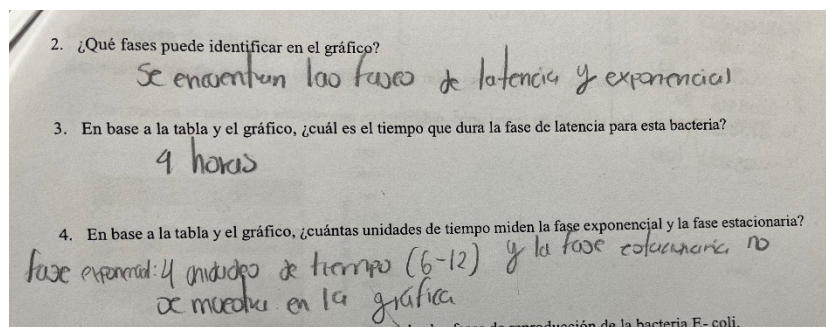
El equipo número 3 se eliminó de nuestro estudio, debido a que en la segunda sesión sólo se presentó un integrante y tuvo que terminar la actividad de forma individual, perdiendo por completo la interacción e intercambio de ideas, las cuales eran esenciales para el análisis de las emociones y actitudes. Por esa razón sólo se analizaron los datos del equipo 1, 2, 4 y 5.

4.2.1 ANÁLISIS DE LAS PRODUCCIONES ESCRITAS

La actividad de modelación que elegimos para nuestra investigación tiene como objetivo principal reconocer el uso de la gráfica. Consta de tres momentos y cada uno de ellos tiene un objetivo específico, por tal motivo presentaremos el análisis de datos por momentos y por equipos. Para consultar la actividad completa puede revisar el Anexo 3 y en el Anexo 4 podrá encontrar el análisis detallado de las producciones escritas.

Primer momento: Identificar y representar las fases de reproducción de la bacteria, así como su duración, a partir del uso de la gráfica y la tabla.

 **Equipo 1.** Los integrantes muestran un buen entendimiento de las fases de reproducción a través de la gráfica y completan correctamente la tabla. Sin embargo, interpretan de manera errónea las unidades de tiempo que muestra el eje horizontal, respondiendo incorrectamente la duración de cada fase, además señalan a las unidades del tiempo como horas. En el bosquejo toman en cuenta que la bacteria se reproduce por fisión y representan adecuadamente las fases.



1. En base a la gráfica anterior, complete la tabla siguiente:

t	$N(t)$
0	1
2	1
4	1
6	2
8	4
10	8
12	16

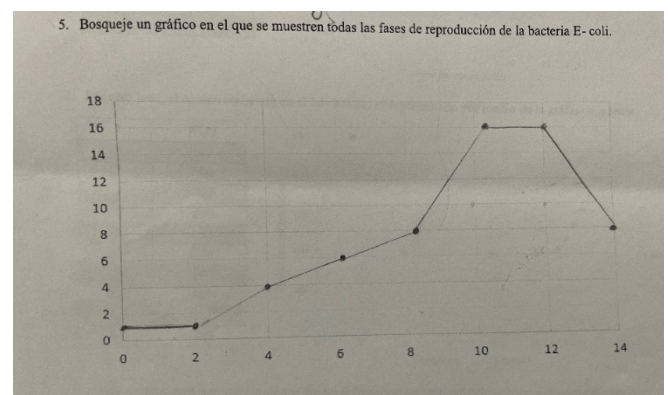
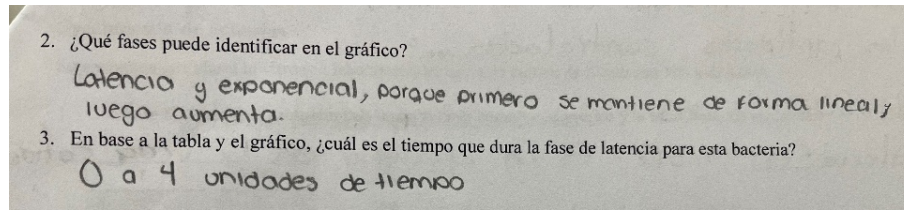


Figura 4.2.1 Respuestas del equipo 1 que muestran el entendimiento de las fases de reproducción.

Equipo 2. Identifican de forma adecuada las fases de reproducción de la bacteria, además llenan correctamente la tabla relacionando el tiempo con la cantidad de bacterias. Reflejan en su bosquejo que la reproducción se lleva a cabo por la fisión, sin embargo, no unen los puntos para completar la gráfica.



1. En base a la gráfica anterior, complete la tabla siguiente:

t	$N(t)$
0	0
2	1
4	1
6	2
8	4
10	8
12	16

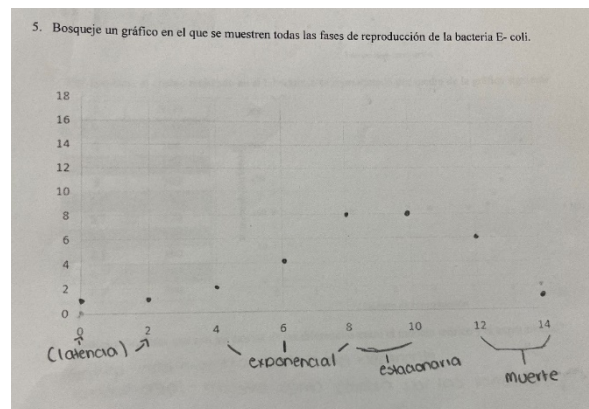


Figura 4.2.2 Respuestas del equipo 2 que muestran el entendimiento de las fases de reproducción.

Equipo 4. Identifican correctamente las fases de reproducción y completan la tabla adecuadamente. Indican que las unidades de tiempo son horas y al bosquejar su gráfica no toman en cuenta que la bacteria se reproduce por fisión, sin embargo, no unen los puntos para completar la gráfica.

2. ¿Qué fases puede identificar en el gráfico?
latencia y exponencial

3. En base a la tabla y el gráfico, ¿cuál es el tiempo que dura la fase de latencia para esta bacteria?
5 horas

4. En base a la tabla y el gráfico, ¿cuántas unidades de tiempo miden la fase exponencial y la fase estacionaria?
Estacionaria: 4 unidades de tiempo
Exponencial: 4 unidades de tiempo

1. En base a la gráfica anterior, complete la tabla siguiente:

t	$N(t)$
0	1
2	1
4	1
6	2
8	4
10	8
12	16

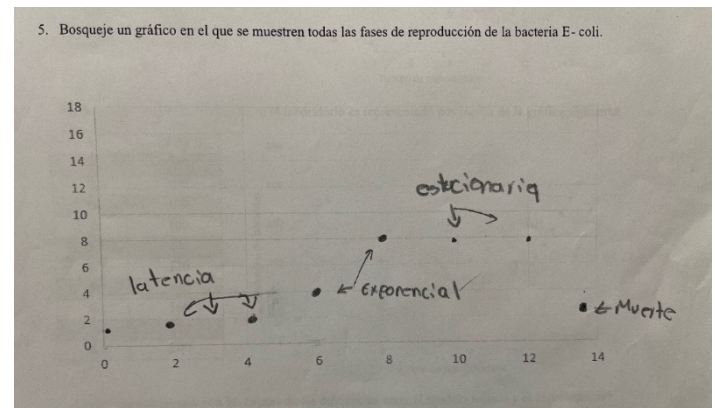


Figura 4.2.3 Respuestas del equipo 4 donde se muestra que en su bosquejo no toman en cuenta la fisión.

 **Equipo 5.** Muestran una buena comprensión de las fases y completan la tabla satisfactoriamente, sin embargo, consideran que las unidades de tiempo son minutos. No reflejan la fisión en su bosquejo.

2. ¿Qué fases puede identificar en el gráfico?
Los primeros 2 fases: latencia y exponencial

3. En base a la tabla y el gráfico, ¿cuál es el tiempo que dura la fase de latencia para esta bacteria?
4 minutos

4. En base a la tabla y el gráfico, ¿cuántas unidades de tiempo miden la fase exponencial y la fase estacionaria?
Exponencial: 6 min (de 6 a 12)
Estacionaria: No se muestra en la gráfica

1. En base a la gráfica anterior, complete la tabla siguiente:

t	$N(t)$
0	1
2	1
4	1
6	2
8	4
10	8
12	16

5. Bosqueje un gráfico en el que se muestren todas las fases de reproducción de la bacteria E- coli.

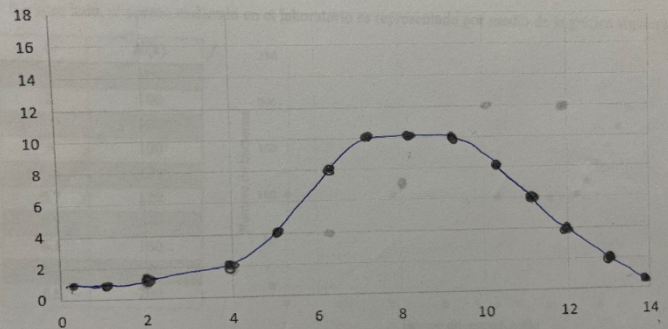


Figura 4.2.4 Respuestas del equipo 5 donde se muestra que en su bosquejo no toman en cuenta la fisión.

Segundo momento: Confrontar los resultados experimentales con el modelo teórico. Conjeturar y argumentar las posibles causas de las diferencias que se observan con el uso de la gráfica.

Equipo 1. Observan con atención los tiempos y la cantidad de bacterias en el modelo teórico y en el experimental, notando que hay una diferencia significativa en las unidades del tiempo. Indican que el medio es un factor que influye en el crecimiento de las bacterias, ya que el modelo teórico tiene un ambiente hipotético y en el experimental se pueden tener algunas alteraciones que pueden o no favorecer el crecimiento. Relacionan su respuesta con el proceso de fermentación de la levadura.

3. ¿Cuáles consideras que son las causas de las diferencias entre el modelo teórico y el experimental?

La primera gráfica está basada en condiciones adecuadas para la fermentación y la experimental puede tener distintas variaciones (humedad en el ambiente, clima) que afectan los resultados.

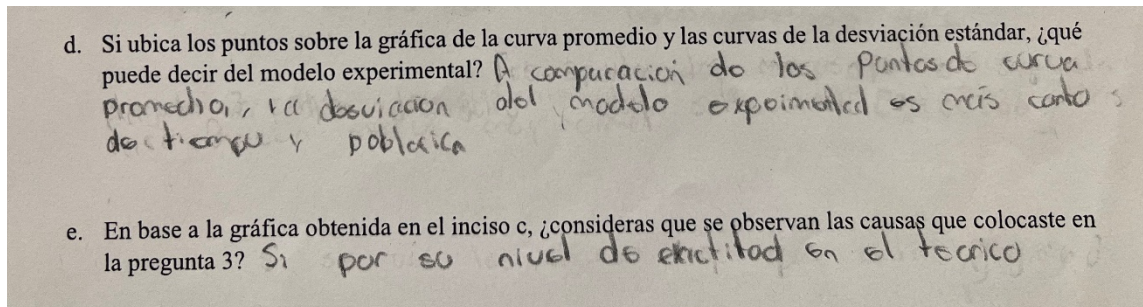


Figura 4.2.5 El equipo 1 manifiesta a través de sus respuestas la influencia del medio en la reproducción de las bacterias.

Equipo 2. Identifican que sí hay variaciones entre el modelo experimental y el modelo teórico, manifestando que el modelo teórico tiene un medio ideal y en el modelo experimental se pueden tener variaciones.

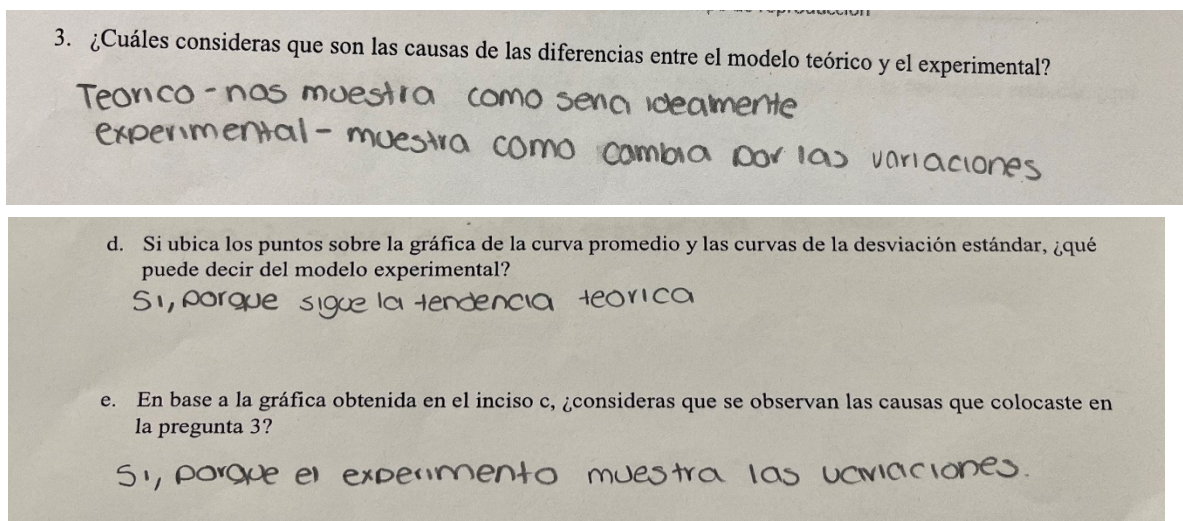


Figura 4.2.6 El equipo 2 manifiesta en sus respuestas la influencia del medio.

Equipo 4. Con ayuda de la gráfica observan que hay diferencias entre los resultados del modelo teórico y el experimental. Justifican que los datos del modelo teórico se obtuvieron al realizar investigaciones y los datos del modelo experimental se obtuvieron al momento de hacer pruebas, lo que muestra que el medio en el experimento teórico es hipotético y en el experimental puede cambiar.

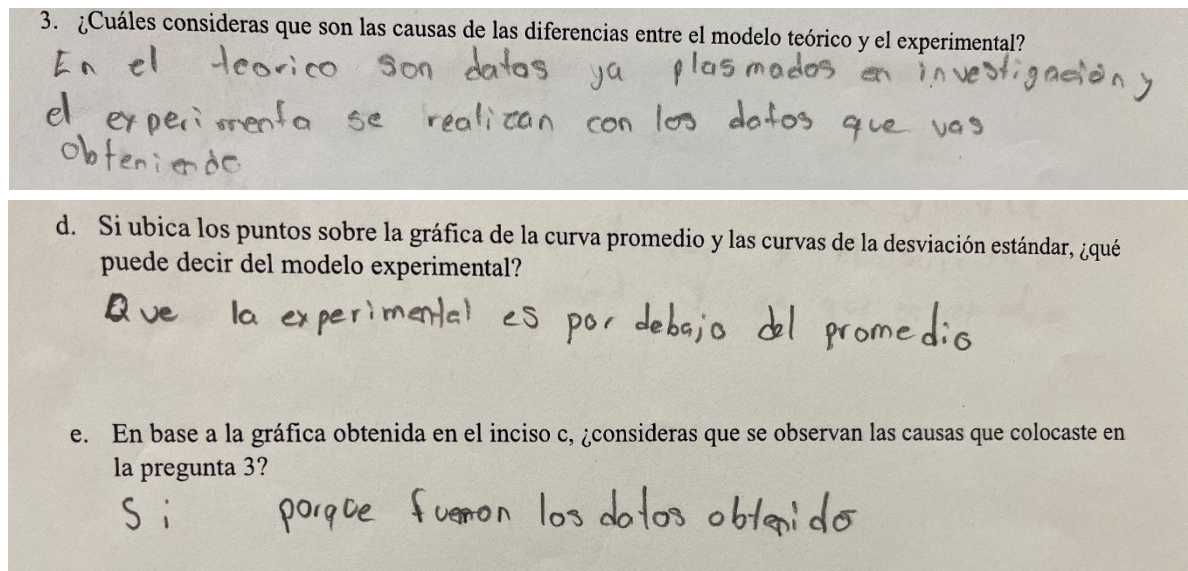


Figura 4.2.7 El equipo 4 manifiesta que en el modelo experimental pueden cambiar los datos.

 **Equipo 5.** Notan las diferencias entre los modelos y relacionan el medio como posible causa citando a la referencia del caso de la levadura que se mostró al inicio de la actividad y utilizan la gráfica para argumentar.

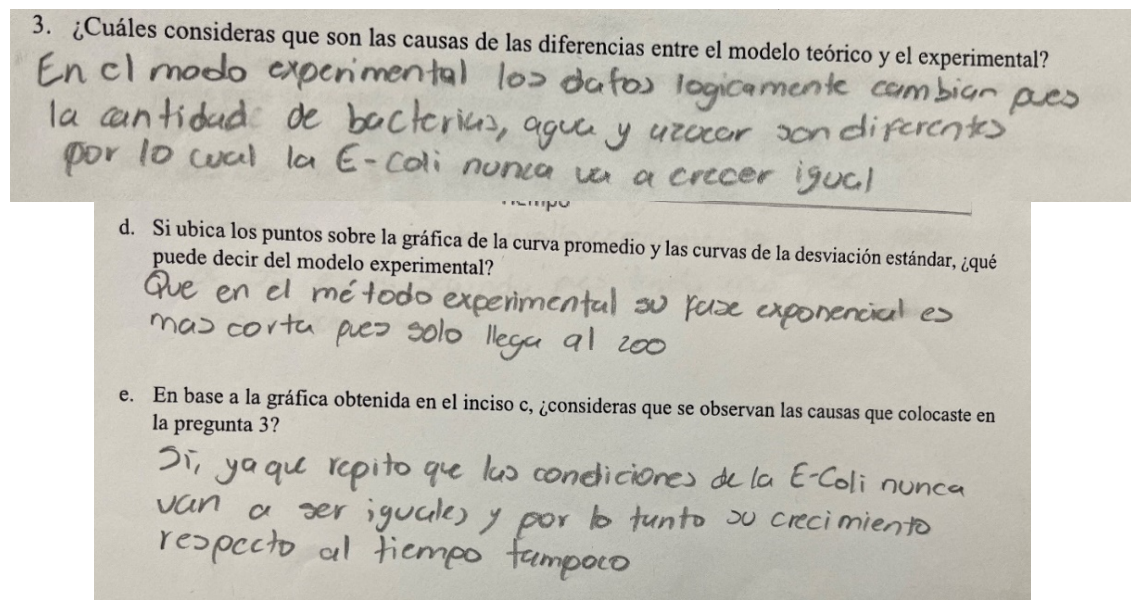


Figura 4.2.7 El equipo 5 manifiesta que en el modelo experimental pueden cambiar los datos.

Tercer momento: Usar la gráfica para argumentar el comportamiento del fenómeno.

Equipo 1. Concluyen que, si se tiene un ambiente adecuado, la bacteria puede tener mejor adaptación lo que implica que tenga una mayor cantidad de bacterias. En cuanto a la interpretación de las gráficas, en general relacionan de forma adecuada las unidades de tiempo con la cantidad de bacterias y logran identificar las fases de reproducción correctamente.

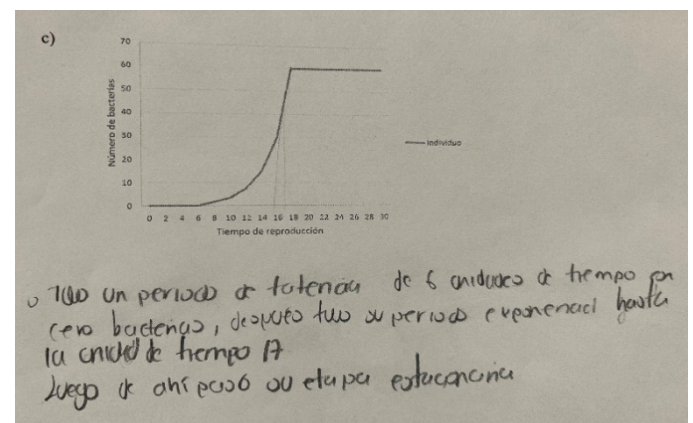
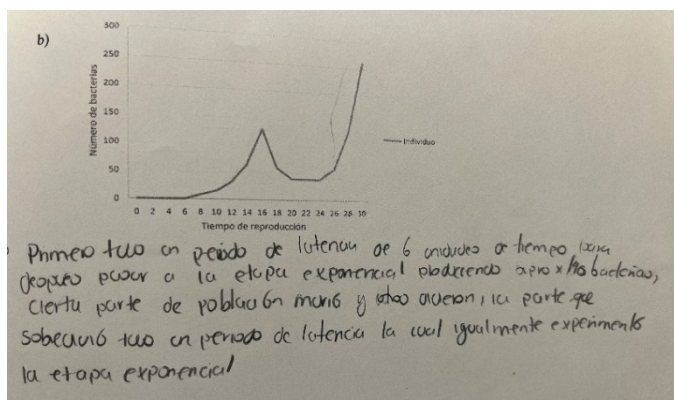
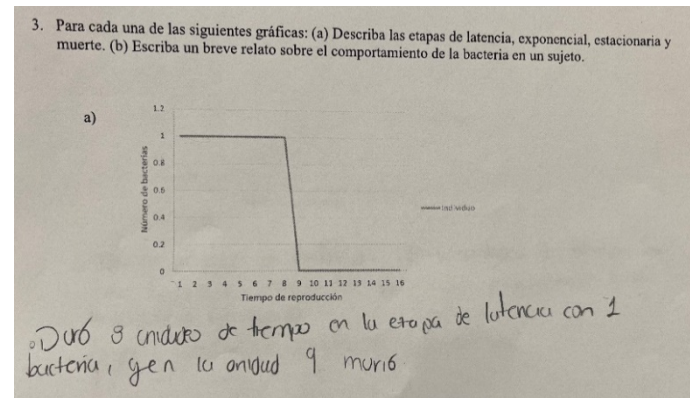
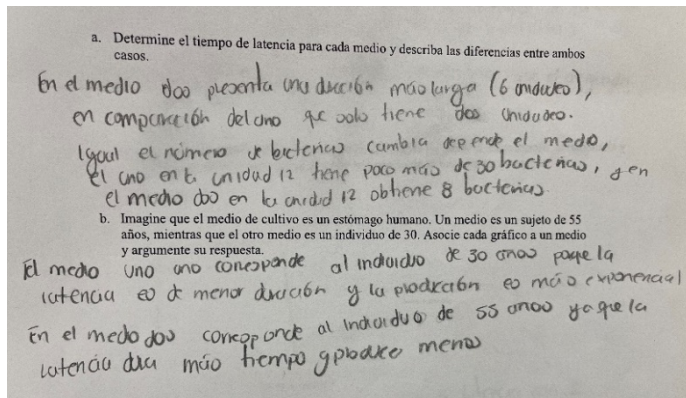


Figura 4.2.9 Se muestran algunas de las interpretaciones que proporcionó el equipo 1 sobre el crecimiento de bacterias al analizar las gráficas

Equipo 2. Utilizan la gráfica para describir el comportamiento de la bacteria en los distintos medios propuestos. Confunden la etapa de latencia con estacionaria.

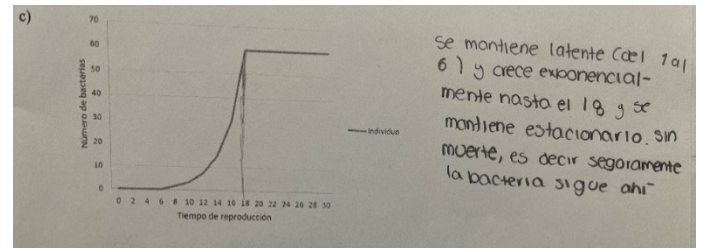
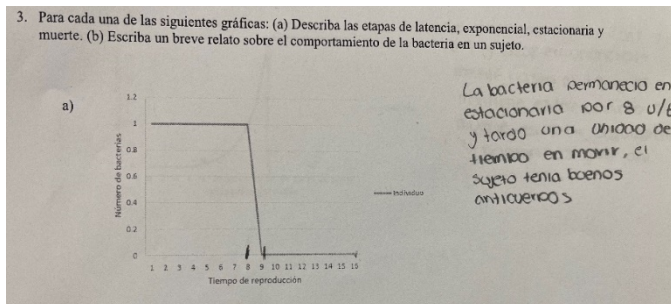
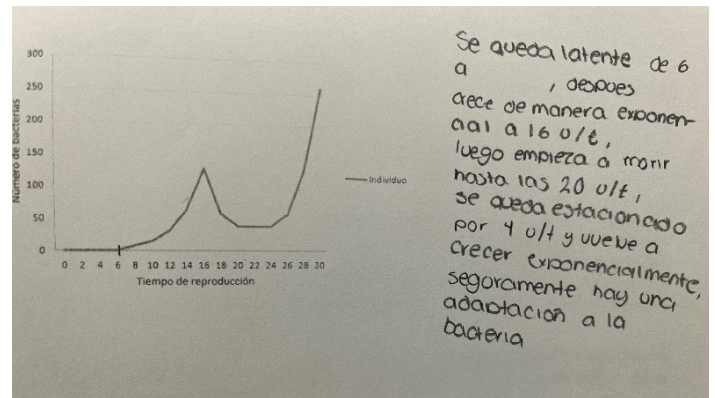
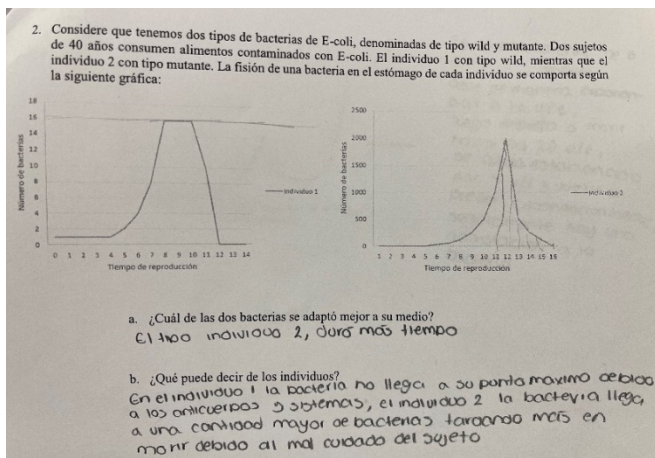
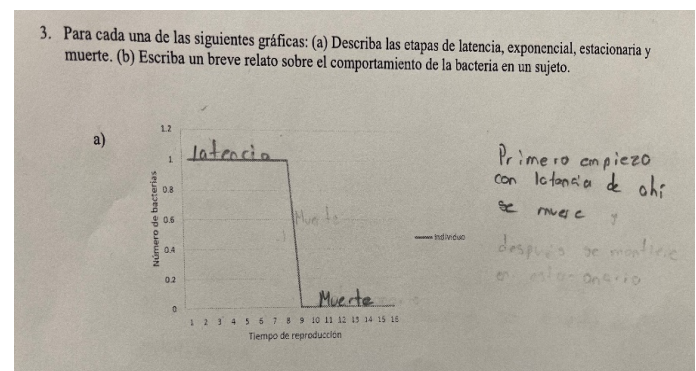
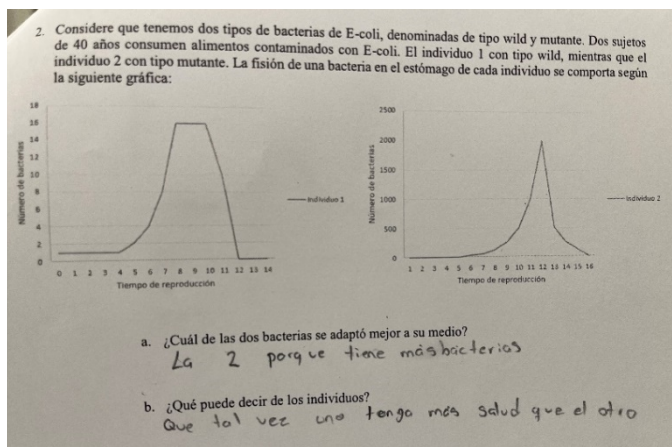


Figura 4.2.10 Se muestran algunas de las interpretaciones que proporcionó el equipo 2 sobre el crecimiento de bacterias al analizar las gráficas.

Equipo 4. Analizan el número de bacterias sin relacionarlo con el tiempo. No distinguen la diferencia entre la fase de latencia y estacionaria.



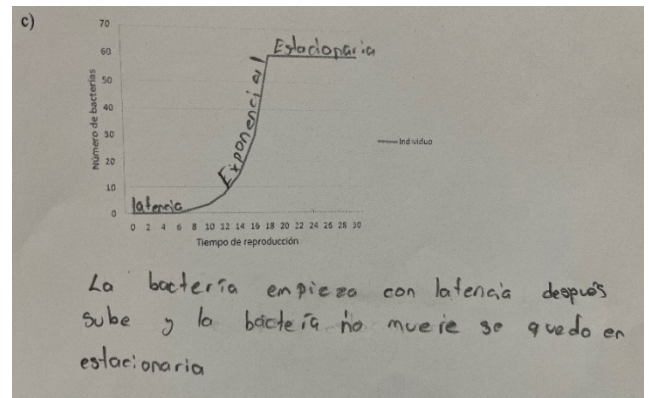
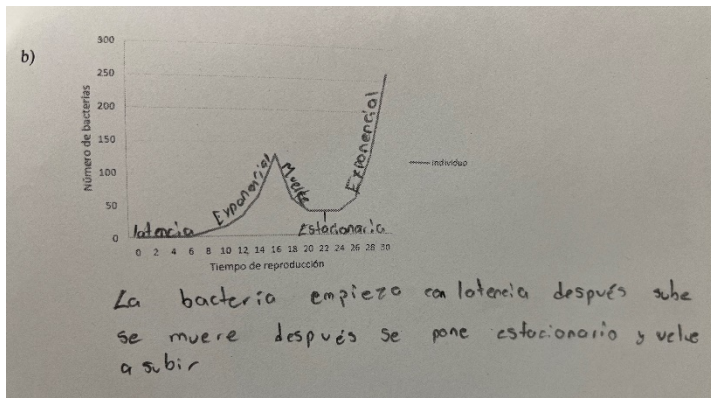


Figura 4.2.11 Se muestran algunas de las interpretaciones que proporcionó el equipo 4 sobre el crecimiento de bacterias al analizar las gráficas.

Equipo 5. Las respuestas de los integrantes son distintas entre sí, lo que señala que no compartieron ideas entre ellos. Mencionan que una bacteria solo se adapta si pasa por todas las fases de reproducción. No relacionan el tiempo con el crecimiento de bacterias.

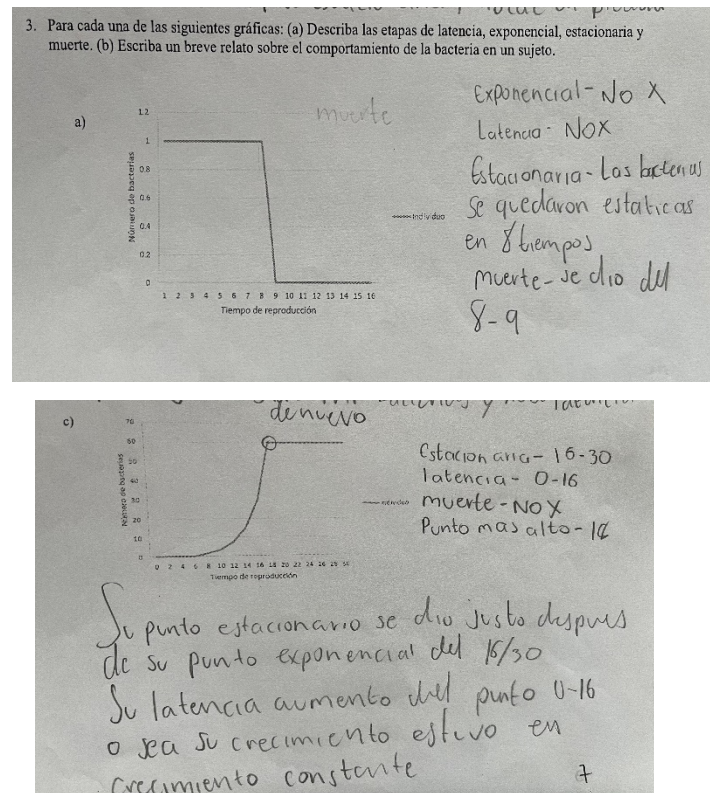
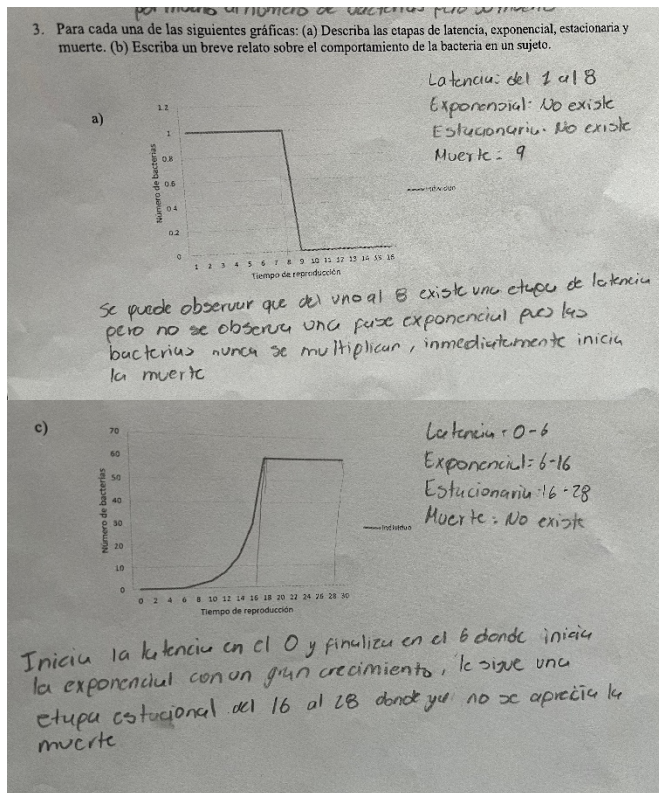


Figura 4.2.12 Se coloca como ejemplo las respuestas de dos integrantes dónde se puede notar que son diferentes.

En resumen, todos los equipos atendieron en conjunto a las tareas propuestas por la actividad de modelación, cumpliendo el objetivo general del uso de la gráfica. Lograron identificar las fases de reproducción de la bacteria de forma adecuada, así como relacionar el tiempo con el crecimiento de ésta. Por otro lado, sólo dos equipos tomaron en cuenta que la bacteria se reproduce por fisión y lo plasmaron en el bosquejo de su gráfica. Sin embargo, todos notaron que la influencia del medio era importante para la reproducción.

Hasta este momento, las producciones escritas nos permitieron observar las conclusiones que cada equipo obtuvo al realizar las tareas planteadas. De igual forma, notamos que un equipo no interactuó lo suficiente, ya que las respuestas de los integrantes eran distintas. Para complementar los resultados que hemos obtenido en esta sección, a continuación, se empataron los resultados con las grabaciones de audio proporcionadas por los participantes, así como con las notas de campo y las respuestas del cuestionario de creencias.

4.2.2 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD DE MODELACIÓN DESDE LAS EMOCIONES

Hannula (2006) argumenta que la motivación está compuesta por las emociones, actitudes y creencias, las cuales se observan a través del comportamiento. Por esa razón se implementaron las notas de campo, las grabaciones de audio y el cuestionario de creencias con el fin de poder analizar con detenimiento las componentes de la motivación que se generaron durante la aplicación de la actividad de modelación.

El análisis se realizará por momentos de la actividad, ya que a los participantes se les proporcionaron las tareas en ese orden, para facilitar la toma de datos a la observadora y el análisis posterior. En los Anexos 5 y 6 podrá consultar las grabaciones de audio y las notas de campo, respectivamente.

4.2.2.1 PRIMER MOMENTO

 **Equipo 1.** Las notas de campo indican que, en general, los integrantes tuvieron una baja interacción con el docente, sin embargo, dos estudiantes se mostraron indiferentes al inicio de la actividad, lo que ocasionó que tuvieran dudas con las

indicaciones. No obstante, los integrantes interactuaron de forma activa para resolver sus dudas entre ellos. Las emociones que se presentaron fueron: tranquilidad, confianza e indiferencia. Por otro lado, el audio nos permitió observar la presencia de actitudes negativas, con las siguientes expresiones:

- **E1_S1 [00:01:50]** “*Esto parece física, no me gusta*”
- **E1_S1 [00:02:07]** “*No entendí nada*”

De igual forma la observadora registró que los sujetos debatían al momento de completar la actividad, lo cual es notorio en el audio cuando conversan para discutir sobre el significado de la representación $N(t)$ en la gráfica, concluyendo que indicaba la cantidad de bacterias que había en el tiempo t . Igualmente, el audio indica que cuentan el tiempo de reproducción de dos en dos, por esa razón respondieron erróneamente a la duración de cada fase.

En la frase **E1_S1 [07:30]** “*La levadura fresca se activa inmediatamente*” se señala el uso de sus experiencias para comprender la tarea de mejor forma y relacionando el ejemplo que se les proporcionó al inicio sobre la reproducción de la levadura.

 **Equipo 2.** La grabación de audio empata con las notas de campo al mostrar que los estudiantes participan activamente en el intercambio de ideas, buscando incluir a todos los integrantes. Las actitudes que mostraron en el desarrollo de la tarea fueron positivas, manifestando una buena disposición para trabajar. Las emociones registradas por la observadora fueron: animado, curiosidad, desconcierto, confianza y desesperación.

La interacción alumno-docente fue buena, ya que el equipo realizaba preguntas constantemente a la docente para contestar con mayor seguridad la actividad. Al igual que el equipo 1, los sujetos comparten ideas para comprender que representa la expresión $N(t)$. En la expresión **E2_S1 [00:12:27]** “*¿Cuál es la bacteria E-coli?*” se aprecia el interés por indagar más sobre lo que plantea la tarea. La frase **E2_S1 [00:13:06]** “*Pon atención primero y luego contestas*” se percibe la desesperación que ocasiona que un estudiante conteste la actividad sin antes intercambiar ideas con sus compañeros. Esto significa que la actividad estaba logrando sus objetivos.

 **Equipo 4.** La observadora notó que los estudiantes comenzaron a completar las actividades sin leer las indicaciones, es decir, solo se centraron en terminar la actividad lo más pronto posible. La frase en la grabación de audio **E3_S1 [00:00:48]** “*¿Tienes que leer para entender?*” refleja que los estudiantes no están acostumbrados a trabajar con aplicaciones de las matemáticas. A pesar de este hecho, los participantes comenzaron a intercambiar ideas para realizar la tarea con éxito. Las emociones que estuvieron presentes fueron: animado, curiosidad, confianza, diversión y entusiasmo. Durante la sesión hacen comentarios alusivos al gusto por la actividad como **E4_S1 [00:05:55]** “*Si algo te gusta haces lo posible, haces hasta lo imposible*”. Esta última frase contrasta con la actitud tomada al inicio de la actividad. Lo cual podría dar un indicio importante de cambio ante la actividad de modelación.

 **Equipo 5.** Las notas de campo indican que los estudiantes leyeron de manera individual las instrucciones y después comenzaron a intercambiar ideas para contestar de forma conjunta las actividades. En el audio se presenta lo siguiente:

- **E5_S1 [00:02:45]** “*Bueno, pues ya individualmente*”
- **E5_S1 [00:02:52]** “*¿Es individual? ¿No es en equipo?*”

Esto muestra que los sujetos habían comprendido que la actividad debía ser contestada de manera individual, siendo ésta la razón por la cual trabajaron de manera aislada. Acto seguido, comenzaron a debatir sobre la interpretación de la gráfica para completar la tabla, logrando con éxito comprender y abordar la tarea.

4.2.2.2 SEGUNDO MOMENTO

 **Equipo 1.** La observadora señaló que los integrantes interactuaron para completar las tareas juntos, resolviendo sus dudas entre ellos y tuvieron una baja interacción alumno-docente. De igual forma, menciona que un estudiante asumió el rol de líder y guió a sus compañeros durante el desarrollo de la actividad, manifestando una actitud positiva ante las tareas planteadas. Las emociones que presentaron fueron:

curiosidad, confianza, gusto y tranquilidad. En el audio se exhibe su tranquilidad en **E1_S1 [00:18:57]** *“Es lo mismo que hicimos en la tabla de acá”*, además, esto muestra que lograron relacionar las tareas del primer momento con las del segundo, y no las miran de forma aislada. En las siguientes frases se manifiesta la confianza, pues el alumno que tomó el liderazgo comparte sus conocimientos respecto al tema con sus compañeros:

- **E1_S1 [00:22:38]** *“Aquí está fácil, sólo tenemos que ver las diferencias entre el modelo teórico y el experimental y las diferencias es que lo teórico sería en condiciones adecuadas y correctas...”*
- **E1_S1 [00:23:06]** *“Por ejemplo algo que afecta mucho normalmente es el ambiente y la temperatura”*

Por otro lado, el uso de una herramienta digital para realizar los cálculos les causó gusto expresando frases como **E1_S1 [00:39:33]** *“¿Así de fácil?”*, y a su vez les causaba curiosidad por aprender más sobre ésta ya que no la habían utilizado.



Equipo 2. Las notas de campo refieren a que los integrantes tuvieron dudas al realizar las tareas de la actividad, por lo que la docente intervino en diversas ocasiones para guiarlos. Esto permitió que el equipo intercambiara ideas y lograran llegar a un acuerdo para la solución. La observadora notó que el uso de decimales les provocó sorpresa, sin embargo, la actitud del equipo siempre fue positiva. Las emociones que se manifestaron fueron: animado, curiosidad, confianza, diversión, prisa y desesperación.

En la frase **E2_S1 [00:20:03]** *“¿Va a crecer entonces igual que la tabla anterior?”*, los participantes relacionan las tareas del primer momento con las del segundo, lo que implica que no los ven como eventos aislados. En **E2_S1 [00:23:20]** *“En que este ya se aplicaron cantidades controladas...”* se muestra la confianza que experimentan los participantes al relacionar la importancia del medio con la reproducción de la bacteria.

En la parte donde se deben realizar cálculos con 24 datos distintos expresan la frase **E2_S1 [00: 26: 53]** *“¡Hay un montón!”*, lo cual refleja desesperación y una actitud negativa a los cálculos, sin embargo, ésta cambia al mostrarles cómo utilizar la

herramienta digital para realizarlos. En **E2_S1 [01:03:36]** “*¡Ponte a trabajar!*” se muestra la prisa y la impaciencia que existe entre los integrantes.

 **Equipo 4.** Las observaciones muestran que los integrantes presentaron dudas para completar la mayor parte de las tareas, por lo que interactuaron en gran proporción con la docente, lo cual refleja la confianza que existe de preguntar. También menciona la observadora que un integrante manifestó una actitud negativa con solo ver las tablas que debían completar. Se presentaron diversas emociones: animado, curiosidad, diversión, gusto, desconcierto y come la cabeza. En las siguientes frases se percibe la actitud negativa hacia las tablas y el uso de números decimales, además de que se muestran emociones como come la cabeza:

- **E4_S1 [00:20:26]** “*Esto ya se ve más difícil*”
- **E4_S1 [00:20:28]** “*No, ya no quiero*”
- **E4_S1 [00:20:48]** “*¿Qué pasó con el nivel fácil? Esto ya es extremo*”

Después del desconcierto mostrado, en **E4_S1 [00:20:52]** “*Pues es lo mismo que hace rato, ¿no?*”, logran relacionar las tareas del momento pasado con las actuales y contestan la actividad con mayor confianza. En **E4_S1 [00:25:26]** “*¡Sí me salió!*” se muestran animados porque lograron comprender la tarea con la guía del docente. La parte **E4_S1 [00:35:45]** “*El teórico son datos ya plasmados en investigación, pero el experimental se realiza con los datos obtenidos*” muestra que logran identificar las diferencias entre el modelo teórico y experimental. En la tarea que implica realizar cálculos se presentan expresiones como **E4_S1 [00:36:54]** “*¡Noooo, desviación estándar!*”, que muestra una actitud negativa. Sin embargo, las notas de campo indican que, al permitir el uso de una herramienta digital para realizar los cálculos, los estudiantes expresan una emoción de sorpresa y gusto por realizar la actividad.

 **Equipo 5.** Las notas de campo indican que los integrantes comenzaron a interpretar en conjunto las indicaciones de la actividad realizando un exitoso intercambio de ideas, lo que les permitió completar la tarea, dando evidencia de una actitud positiva. Durante el desarrollo de la actividad, una integrante presentó bastantes dudas por lo que solicitaba apoyo constante de sus compañeros, además de solicitar la

intervención continua de la docente. Por otro lado, las emociones que se presentaron fueron: tranquilidad, desconcierto, desesperación y come la cabeza. La grabación de audio en **E5_S1 [00:15:48]** *“En cero también tenía uno, entonces es lo mismo ¿no?”* se manifiesta que los integrantes relacionaron la tarea del segundo momento con la del primero, logrando que las actividades no se comprendieran de forma aislada. De igual forma, esta relación les generó tranquilidad para completar la actividad de modelación.

Al momento de comparar los resultados entre el modelo teórico y el experimental, mencionan **E5_S1 [00:19:45]** *“Lo pusieron diferente porque como no alimentaron al hongo [...] Como no todo el hongo fue alimentado no pudo ser de 100 a 200, fue de 100 a 105 porque entonces faltaban alimentarse algunas”*. Esto muestra que los participantes notaron la influencia del medio en la reproducción de la bacteria. De igual forma, utilizaron el ejemplo de la levadura para argumentar sus respuestas. Al momento de realizar los cálculos solicitados en la tarea, se presenta la desesperación al ver que les daban resultados distintos: **E5_S1 [00:28:03]** *“¡Nooooo, no me dio lo mismo!”*. A continuación, se les mostró cómo realizarlo en un software para que fuera más rápido y su reacción fue **E5_S1 [00:34:47]** *“¡Woow!”*. Después, comprendieron con éxito la forma de completar las tablas restantes.

4.2.2.2 TERCER MOMENTO

 **Equipo 1.** La observadora señaló que este equipo no presentó dudas para completar las tareas, por lo que la interacción alumno-docente fue casi nula. Además, parecía que conocían bien el tema, ya que se mostraron confiados. Su actitud fue positiva y las emociones que se observaron fueron: tranquilidad y confianza. El audio refleja la seguridad de los integrantes para contestar la actividad. De igual forma, las tareas los llevaron a manifestar sus creencias respecto al crecimiento de bacterias:

- **E1_S2 [00:20:56]** *“Pues el primero podría ser el de 30 porque se supone que el sistema puede producir más bacterias en menos tiempo y el de 55 es más lento”*

- **E1_S2 [00:24:53]** *“Porque su tiempo de latencia fue mayor y reprodujo más bacterias”*

También se percibe que los estudiantes, después de analizar las gráficas de crecimiento aplicadas a un individuo, les surge la necesidad de saber dónde se puede encontrar esa bacteria **E1_S2 [00:29:17]** *“La bacteria no es de la levadura, si es una bacteria estomacal [...] si te enferma”*; **E1_S2 [00:29:40]** *“Ahorita hay que buscar cuáles son los medios de infección y cuáles son los síntomas”*.

Esto último, muestra que la actividad de modelación les despertó el interés por indagar más sobre el fenómeno que estudiaron durante la resolución de las tareas.

 **Equipo 2.** Las notas de campo indicaron que los integrantes comenzaron a completar las tareas de forma rápida sin esperar las indicaciones, por otro lado, señalan un buen intercambio de ideas entre los participantes y la intervención constante del docente. Su actitud fue positiva y las emociones que se presentaron fueron: curiosidad, gusto, confianza y prisa.

En la grabación de audio se muestra una confusión con las fases de reproducción **E2_S2 [00:13:45]** *“La latencia es cuando se queda igual”*, esto se puede confundir con la fase estacionaria. De igual forma, las tareas permitieron que los participantes externaran sus creencias respecto al funcionamiento del organismo de los seres humanos:

- **E2_S2 [00:15:05]** *“Las funciones del organismo se ralentizan con la edad”*
- **E2_S2 [00:16:02]** *“Entre más grande, más enfermo”*.

Además, mencionaron **E2_S2 [00:30:49]** *“Eso significa que tiene muy buena flora intestinal porque se murieron muy rápido”*, lo que indica que contextualizaron con éxito el comportamiento de la bacteria.

Los participantes lograron relacionar el tiempo con la cantidad de bacterias para determinar si la bacteria tuvo un gran crecimiento. Durante el desarrollo de esta última parte, los participantes se mostraron tranquilos y confiados al completar las tareas, debido a que comprendieron las instrucciones de forma efectiva.

 **Equipo 4.** La observadora mencionó que fue un equipo que mostró una actitud animada y colaborativa, además de presentar un gran sentido del humor, destacando que fueron el equipo más expresivo y comunicativo durante la actividad. También menciona que tuvieron bastantes dudas, por lo que la docente fungió como guía para los integrantes. Las emociones que se presentaron fueron: animado, gusto, confianza, diversión, desconcierto y desesperación. Al igual que en los equipos anteriores, los integrantes externaron sus creencias respecto al crecimiento de las bacterias: **E4_S2 [00: 17:05]** *“Tardarían más en reproducirse por la edad”*.

Por otro lado, al comparar el crecimiento de dos tipos de bacterias, sólo comparan el tiempo de reproducción y la pendiente de la curva, dejando de lado la cantidad de bacterias **E4_S2 [00:19:50]** *“Fíjate cuál sube primero, es la que mejor se adapta”*, sin embargo, un integrante difiere de este argumento y convence al equipo de observar el número de bacterias, mostrando desesperación al notar que sus compañeros no lo tomaban en cuenta **E4_S2 [00:21:43]** *“¡Yo les dije!”*. En general, se mostraron confiados al completar las tareas.

 **Equipo 5.** Las notas de campo indicaron que los integrantes compartieron ideas con entusiasmo, sin embargo, en una parte de la actividad completaron las tareas de forma individual. Sólo solicitaron ayuda de la docente en la parte final de la actividad. Su actitud fue positiva y las emociones que se presentaron fueron: animado, curiosidad, diversión, gusto y tranquilidad. Al comparar dos gráficas del crecimiento de bacterias, relacionaron con éxito el tiempo y el número de bacterias **E5_S2 [00:15:25]** *“También el número de bacterias es más grande en la primera”*, lo cual les dio confianza para completar las tareas. En **E5_S2 [00:16:23]** *“Esto hay que hacerlo individual para que cada quien ponga su opinión”*, se presenta la necesidad de trabajar de forma individual.

En cuanto al crecimiento de las bacterias indican **E5_S2 [00:21:52]** *“Evoluciona menos en bacterias, pero se adapta, se queda estacionaria”*, sólo tomaron en cuenta el tiempo de latencia y la fase estacionaria, sin relacionar la cantidad de bacterias con la adaptación. En la última tarea, compartieron sus opiniones respecto a las fases que notaron que estaban presentes en las gráficas, sin embargo, difirieron en sus

respuestas y prefirieron contestar de forma individual **E5_S2 [00:27:39]** “*Bueno, yo creo eso. Como tú veas*”. Por esa razón hay respuestas variadas en sus producciones escritas.

En conclusión, todos los equipos mostraron las siguientes emociones: *tranquilidad, indiferencia, confianza, animado, curiosidad, desconcierto, desesperación, diversión, gusto, prisa y come la cabeza*. De las cuales, 6 emociones son positivas y 5 son negativas (ver **Tabla 4.1.5**), sin embargo, las notas de campo evidenciaron la presencia de actitudes positivas durante el desarrollo de la actividad, a pesar de que se manifestaron por igual emociones positivas y negativas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el cuestionario de creencias.

4.2.3 ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO DE CREENCIAS

Este instrumento fue aplicado a los 19 sujetos de estudio después de concluir la actividad de modelación. Se aplicó a través de la plataforma Google Forms con la finalidad de que los estudiantes contestaran de forma privada y así propiciar la honestidad en sus respuestas. Los resultados obtenidos fueron: 3 estudiantes externaron una creencia parcialmente negativa y 16 una creencia parcialmente positiva.

En cuanto a las respuestas de la pregunta abierta, todos los sujetos contestaron que resolver algún ejercicio o problema en la clase de matemáticas los hace sentirse exitosos. Lo cual hace referencia que vinculan su éxito en la clase de matemáticas con su capacidad para comprenderlas. Para visualizar el análisis completo de las respuestas de los estudiantes puede consultar el Anexo 7.

4.2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para finalizar este capítulo, se muestra un último análisis contrastando las emociones, actitudes y creencias que manifestaron los sujetos de estudios, cuyos datos fueron recopilados a través de los distintos instrumentos mencionados en la metodología.

El equipo 1 estaba conformado por estudiantes sobresalientes, lo que influyó en que no presentaran dudas al momento de comprender las actividades, ya que entre ellos lograron explicarse unos a otros compartiendo sus conocimientos. Su actitud fue positiva en los tres

momentos, así como las emociones que manifestaron. El cuestionario de creencias arrojó que todos los integrantes de este equipo presentan una creencia **parcialmente positiva**. Las respuestas de todos los integrantes que proporcionaron en la pregunta abierta, indicaron que se sienten exitosos en la clase de matemáticas si logran resolver problemas y/o comprender el tema, haciendo referencia a su capacidad. Cabe mencionar que fue el único equipo que se interesó por indagar el origen de la bacteria y cómo prevenir su contagio.

En cuanto al comportamiento del equipo 2, mostraron una actitud positiva y, en su mayoría, emociones positivas. Una emoción negativa que presentaron en los primeros dos momentos fue desesperación, sin embargo, eso no los detuvo para completar las tareas. El cuestionario indicó que 3 integrantes tienen una creencia **parcialmente positiva** y sólo uno externó una creencia **parcialmente negativa**. Las respuestas a la pregunta abierta muestran que se sienten exitosos en la clase cuando logran resolver un problema y cuando comprenden, sin ayuda extra del docente, el tema que están abordando; haciendo referencia a su capacidad.

El equipo 4 siempre se mostró animado y con un buen sentido del humor, sin embargo, sus emociones manifestadas fueron tanto positivas como negativas, pero con la guía de la docente lograron completar la actividad de modelación con éxito. Sólo un integrante obtuvo una creencia **parcialmente negativa** en el cuestionario, los demás externaron una creencia **parcialmente positiva**. Sus respuestas a la pregunta abierta indicaron que se sienten exitosos al resolver problemas con rapidez y cuando aprueban un examen. Cabe mencionar, que el integrante que obtuvo una creencia parcialmente negativa, se mostró apático durante el desarrollo de la actividad, interactuando con sus compañeros en muy pocas ocasiones.

Los integrantes del equipo 5 presentaron una actitud positiva, al igual que emociones positivas. A pesar de que se presentaron emociones como desesperación y come la cabeza, las notas de campo muestran que los estudiantes solicitaron la guía de la docente constante para resolver sus dudas y continuar con la actividad. Hubo algunas partes en las que decidieron trabajar de forma individual para evitar debatir sus ideas, lo que conllevó a tener respuestas variadas. En cuanto al cuestionario de creencias, sólo un participante obtuvo una creencia **parcialmente negativa** y el resto obtuvieron una creencia **parcialmente positiva**. Sus respuestas a la pregunta abierta indicaron que se sienten exitosos cuando resuelven correctamente un ejercicio y logran comprender el tema.

Como lo señalan Marín et al. (2025), las creencias se construyen y transforman a lo largo de la vida del sujeto, por lo que se necesitan más experiencias positivas para lograr cambiar las creencias de los participantes. Sin embargo, podemos concluir que la actividad de modelación fue exitosa, ya que permitió que los estudiantes externaran sus emociones y actitudes en un ambiente de confianza, y que, además, lograran contextualizar el tema propuesto por la actividad.

En el siguiente capítulo se empatarán los resultados con la pregunta de investigación, para verificar si los objetivos propuestos se cumplieron. Así como presentar las conclusiones generales de esta investigación.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Para finalizar esta investigación, contrastamos la pregunta de investigación, así como los objetivos específicos, con los resultados obtenidos en el capítulo anterior para discutir las conclusiones que obtuvimos al aplicar las técnicas e instrumentos en nuestra investigación cualitativa.

Comenzamos recordando nuestra pregunta de investigación: *¿Cómo influyen en la motivación las estrategias didácticas que permiten la construcción de ideas matemáticas a través de situaciones en contexto?* Para dar respuesta se plantearon las siguientes preguntas específicas:

- i. ¿Qué estrategias didácticas existen en la disciplina que involucran situaciones en contexto?
- ii. ¿Cómo medir la motivación de los estudiantes ante la implementación de una estrategia didáctica con características particulares (no tradicional)?
- iii. ¿La aplicación de esta estrategia didáctica a un grupo incide en el nivel de motivación de los estudiantes?

Nuestro objetivo general fue: *analizar si por lo menos una de las estrategias didácticas que involucran situaciones en contexto, que han sido planteadas en la disciplina, aumentan el nivel de motivación en los estudiantes.* Además, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Examinar las estrategias didácticas que existen en la disciplina con el fin de hallar aquellas que involucren situaciones en contexto.
- Diseñar un instrumento de evaluación que nos permita medir el nivel de motivación de los sujetos aprendices tomando en cuenta sus emociones, actitudes y creencias.
- Verificar si las estrategias didácticas basadas en situaciones en contexto aumentan la motivación de los alumnos.

En primer lugar, examinamos a través de la revisión de literatura las estrategias didácticas existentes en la disciplina. Hallamos un estudio realizado por Alsina y Domingo (2007) en

el cual comparan la motivación de dos grupos, uno experimental y otro de control. En el grupo de control se aplicó una estrategia tradicional (expositiva) y en el experimental se implementó una estrategia constructivista basada en situaciones en contexto; cabe mencionar que fue el mismo docente quien llevó a cabo la aplicación en ambos grupos. Al finalizar, los autores entrevistaron al docente, quien afirmó que la motivación de los estudiantes del grupo experimental manifestó un cambio, ya que la estrategia consideraba a los estudiantes como sujetos activos en la construcción de su aprendizaje.

Esto nos incitó a indagar las estrategias didácticas existentes en la disciplina, que toman en cuenta situaciones en contexto y que miran al estudiante como un sujeto activo. Soto (2020) menciona que en tiempos recientes se ha incluido a la modelación como un medio para relacionar al sujeto con su contexto. Después de navegar entre las diversas definiciones de la modelación, decidimos tomar a la Modelación Matemática definida por el programa SOLTSA (Sujeto olvidado y transversalidad de saberes) (Cordero, 2016; citado en Soto, 2020), dado que posibilita construir conocimiento matemático a partir de la práctica social del individuo. Con esto damos respuesta a la primera pregunta específica, de igual forma se cumplió el primer objetivo específico.

Para dar respuesta a la segunda pregunta, decidimos ahondar en los conceptos de motivación, dados desde diferentes visiones, para hallar la forma en la que se manifiesta y así observarla. Desde la pedagogía, Carrillo et al. (2009) definen a la motivación como aquello que mueve o tiene virtud para mover, lo cual es promovido por una necesidad. Es decir, cada vez que se presenta una necesidad, ésta desequilibra al organismo y produce un estado de insatisfacción que lleva al individuo a mostrar un comportamiento que le ayude a retomar su equilibrio. Por otro lado, Hannula (2006) afirma que la motivación es un potencial para dirigir el comportamiento, ya que a través de éste se manifiestan las emociones, actitudes y creencias de los estudiantes. Así, la respuesta a la segunda pregunta fue que la motivación se puede observar a través del comportamiento de los sujetos y se debe indagar en sus emociones, actitudes y creencias que éstos manifiesten durante la clase de matemáticas.

En la revisión de literatura hallamos algunos estudios centrados en analizar la motivación realizando investigaciones cuantitativas (Hidalgo et al., 2004; Esquivel-Mejía, 2023). Sin embargo, Lewis (2013) afirma que un enfoque en el estudio cualitativo de la motivación

puede ser más central para entender el fenómeno del desinterés. Por tal motivo decidimos realizar una investigación cualitativa.

Gómez-Chacón (1998) realizó un estudio para detectar las emociones que presentan los estudiantes con mayor frecuencia en la clase de matemáticas, indicando que éstas se observan de forma natural durante el desarrollo de actividades. Con base en lo anterior, seleccionamos la actividad de modelación denominada “*El uso de la gráfica en un escenario de crecimiento de poblaciones bacterianas*”, recuperada del libro Situaciones de Modelación Educativa (Silva-Crocci y Soto, 2021). El objetivo general, planteado por las autoras, la Dra. Karina Vilches Ponce y la Dra. Daniela Soto, fue desarrollar el uso de la gráfica mediante situaciones planteadas en el cotidiano de los estudiantes. Esta actividad permitió que los estudiantes manifestaran de forma natural sus emociones y actitudes durante su aplicación. Examinamos las producciones escritas de los sujetos de estudio para analizar si se cumplieron los objetivos de cada momento de la actividad de modelación. Por otro lado, las notas de campo permitieron a la observadora recolectar las emociones y actitudes que externaron los participantes al utilizar las gráficas, realizar su lectura y contextualizarlas a través de sus experiencias. De igual forma, las grabaciones de audio nos ayudaron a corroborar y complementar el análisis de las producciones escritas. En cuanto a las creencias, decidimos implementar una encuesta propuesta por Morales (2009), la cual nos permitió indagar las creencias sobre la facilidad, dificultad, comprensión y utilidad que muestran los estudiantes hacia las matemáticas. Además, decidimos agregar una pregunta abierta para indagar sobre qué situaciones hacen sentir al estudiante exitoso durante la clase de matemáticas. Con esto se muestra el cumplimiento del segundo objetivo específico.

En cuanto a la respuesta de la tercera pregunta específica, los resultados obtenidos en el análisis de los datos, recabados a través de los instrumentos mencionados anteriormente, fueron los siguientes:

- La actividad logró que los estudiantes, a través de la lectura de las gráficas, relacionaran sus experiencias con las situaciones planteadas en cada tarea propiciando el intercambio de ideas entre los integrantes de cada equipo. De igual forma, el diseño de la actividad logró que los estudiantes relacionaran las tareas unas con otras, sin mirarlas de forma aislada.

- La presentación sobre el comportamiento de las fases de reproducción de la levadura, les permitió a los sujetos relacionar con mayor facilidad las situaciones planteadas en la actividad de modelación, ya que es mencionada en las producciones escritas de los participantes y que se pudo apreciar en las grabaciones de audio.
- Las emociones manifestadas por los participantes fueron, en igual número, con base en el Mapa de Humor (Gómez-Chacón, 1998), positivas y negativas. Sin embargo, los estudiantes mostraron una actitud positiva para completar con éxito las tareas. Lo cual coincide con la misma autora, cuando afirma que una emoción negativa no tiene relación directa con comportamientos negativos.
- Las situaciones planteadas a través del uso de la gráfica en la actividad de modelación, incitaron a los estudiantes a indagar sobre los medios en dónde se podría encontrar una bacteria de este tipo y las enfermedades que podría causar. Esto nos da un indicador de un uso de las gráficas que va más allá del contexto escolar. Y viceversa, uno retroalimenta al otro.
- Las respuestas del cuestionario arrojaron que 3 estudiantes presentan una creencia parcialmente negativa y, los 16 restantes, una creencia parcialmente positiva. Además, todas las respuestas de la pregunta abierta refieren que los sujetos relacionan su éxito en la clase de matemáticas con la capacidad para comprender el contenido o resolver los problemas planteados.

Los resultados del cuestionario no mostraron algún cambio en las creencias de los estudiantes. Sin embargo, como menciona Morales (2009), las creencias se introyectan desde el momento en el que el sujeto nace y son afirmadas por el impacto verbal y el comportamiento de la familia, en la vida en comunidad y en la escuela, lo que indica que, para lograr una modificación, no basta con aplicar una única actividad de modelación. Podemos concluir que aplicar una serie de actividades basadas en la modelación que, de mantenerse a largo plazo, podría generar un cambio positivo en las creencias de los estudiantes. Es importante mencionar que en el estudio participaron estudiantes sobresalientes en matemáticas, sin embargo, su creencia fue parcialmente positiva. Esto reafirma que para lograr un cambio en las creencias se necesita ser constante.

Al igual que en el estudio que realizaron Alsina y Domingo (2007), concluimos que la estrategia didáctica que implementa situaciones en contexto incide en la motivación de los estudiantes, a pesar de que las creencias no sufrieron un cambio significativo. Por lo tanto, para mantener esa motivación es preciso sostener este tipo de actividades, de manera que al introducir en las tareas de matemáticas las experiencias y conocimientos de cada estudiante como parte de uso y construcción de un objeto matemático, la creencia sobre su capacidad en matemáticas se modifique paulatinamente.

REFERENCIAS.

- Alsina, A. y Domingo, M. (2007). Cómo aumentar la motivación para aprender matemáticas. *Suma*, 1, 23-31.
- Arias, F. A. (2001). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Venezuela, Episteme.
- Arrieta, J. y Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(1), 19-48.
- Berguer, P. y Luckman, T. (2003). *La construcción social de la realidad*. Cultura Libre.
- Blum, W. y Borromeo, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Cantoral, R., Reyes-Gasperini, D. y Montiel, G. (2014) Socioepistemología, Matemáticas y Realidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(3), 91-116.
- Cardoso, E. (2019) Las actitudes hacia las matemáticas de estudiantes de formación inicial de profesorado en México. *Revista de Psicología y Ciencias del comportamiento de la Unidad Académica de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 10 (1), 87-103.
- Carrillo, M., Padilla, J., Rosero, T. y Villagómez, M. S. (2009) La motivación y el aprendizaje. *Alteridad*, 1, 20-32.

- Chronaki, A. y Kollosche, D. (2019) Refusing mathematics: a discourse theory approach on the politics of identity work. *ZDM*, 51(1), 457-468.
- D'Ambrosio, U. (2014) Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- Domínguez, P. (2002) Superdotación Mujer y Sociedad. *FAISCA. Revista de altas capacidades*, 1(9), 3.34.
- Escalante, E., Repetto, A. y Mattinello, G. (2012) Exploración y análisis de la actitud hacia la estadística en alumnos de psicología. *LIBERABIT*, 18(1), 15-26.
- Esquivel-Mejía, R. A. (2023). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de secundaria: presentación y descripción de resultados. *Revista de Educación Mendive*, 21 (4).
- Estrada, A. y Batanero, C. (2015). Construcción de una escala de actitudes hacia la probabilidad y su enseñanza para profesores. *Investigación en Educación Matemática XIX*, 1(1), 239-247.
- Font, M. V. (1994). Motivación y dificultades de aprendizaje en Matemáticas. *Suma: Revista Sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, 17, 10-16.
<http://funes.uniandes.edu.co/7724/>
- Gea, M. M., Batanero, C. y Estrada, A. (2020). Evaluación de la idoneidad afectiva del trabajo en proyectos estadísticos por profesores en formación. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 33 (4).

- Gómez-Chacón, I. M. (1998) Una metodología cualitativa para el estudio de las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (3), 431-450.
- Gómez-Chacón, I. M. (2000) Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático. Madrid, Narcea.
- Hannula, M. S. (2006). Motivation in mathematics: goals reflected in emotions. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 165-178. DOI: 10.1007/s10649-005-9019-8
- Hidalgo, A. S., Maroto, S. A, y Palacios, P. A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de Educación*, 1 (334), 75-95.
- Hwang, S., Flavin, E. y Lee, J. (2023) Exploring research trends of technology use in mathematics education: A scoping review using topic modeling. *Springer*, 1 (1), 1-28.
- INEE (2019). Informe de resultados PLANEA 2017. El aprendizaje de los alumnos de tercero de secundaria en México. Lenguaje y Comunicación y Matemáticas. México: autor.
- Lewis, G. (2013). Emotion and disaffection in school mathematics. *Research in Mathematics Education*, 1(1), 1-17.
- López, I. (2016) Capítulo 1. El paradigma socio crítico en las investigaciones sociales. En R. Güereca (Coordinadora) *Guía para la investigación cualitativa: etnografía, estudio de caso e historias de vida*. (pp. 25 - 44) Casa abierta al tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana.

- López, W. O. (2013) El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 17 (56), 139-144.

- Mammarella, I. C. y Szücs, D. (2020) Ansiedad hacia las matemáticas. *Serie Prácticas Educativas*, 1 (31).

- Marín, S., Torres, A., Fuentes, I. y Jiménez, A. (2025). Identificación de emociones y creencias en el aprendizaje de matemáticas en el nivel superior. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 9(1), 1-20.

- McLeod, D. B. y Adams, V. M. (1989) Affect and Mathematical Problem Solving. A New Perspective. Springer-Verlag New York Inc.

- Mendoza-Higueras, J., y Cordero, F. (2018). La modelación en las comunidades de conocimiento matemático. El uso de las matemáticas en ingenieros biónicos. *El caso de la estabilidad. Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 36-61.

- Morales, M. L. (2009) *Influencia de la Actitud en el Rendimiento Académico en Matemática con estudiantes universitarios*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Núñez, J. C. (2009) Motivación, aprendizaje y rendimiento académico. *Actas del X Congreso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía*, 1, 41-67.

- OCDE (2023), PISA 2022 Resultados (Volumen II): Aprendizaje durante y desbordado, PISA, OECD Publishing, París, <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>

- Panizza, M. E (2015). Evaluación de habilidades socioemocionales a partir de la prueba PISA. *Aristas. Instituto Nacional de Evaluación Educativa*, 1, 1-17.

- Pérez, M., Postigo, Y. y Sanz, A. (1999). Un estudio acerca de las diferencias de género en la resolución de problemas científicos. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 247-258.

- Romero, F. W. (2020) *Sobre los Procesos de Generalización en Entornos de Construcción Social de Conocimiento: el caso de la serie trigonométrica de Fourier*. Tesis doctoral. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

- Salvado, A. N. (2007) Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *LIBERABIT*, 13, 71-78.

- Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014) *Metodología de la investigación*. México.

- Sánchez, M. A. y Castañeda, A. (2011) ¿Qué es teoría en matemática educativa y para qué sirve? *Memoria de la XIV Escuela de Invierno en Matemática Educativa*, 1, 468-474.

- Schukajlow, S., Rakoczy, K. y Pekrun, R. (2017) Emotions and motivation in mathematics education: theoretical considerations and empirical contributions. *ZDM Mathematics Education*, 49, 307-322. DOI 10.1007/s11858-017-0864-6

- Sierspinka, A. y Lerman, S. (1996). Epistemologies of mathematics and of mathematics education. *International Handbook of Mathematics Education*, 1(1), 827-876.

- Silva-Crocci, H. y Soto, D. (2021) *Situaciones de modelación educativa*. Chile. Colección apoyo a la docencia, 1, 99-112.
- Soto, D. (2020). Diseño de situaciones de modelación. Una propuesta para la formación inicial de docente de matemática. *UCMaule*, 58, enero-junio, 107-139. DOI: <http://doi.org/10.29035/ucmaule.58.107>
- Soto, M. y Díaz, L. (2023). Modelación Matemática Situada para Estudiantes de Administración Pública. *Revista Paradigma*, 44(2), 646-669.
- Vilches, K. y Soto, D. (2021) El uso de la gráfica en un escenario de crecimiento de poblaciones bacterianas. En Silva-Crocci, H. y Soto, D. *Situaciones de modelación educativa*, (pp. 99-111) Colección apoyo a la docencia.
- Villa-Ochoa, J. (2014). Situaciones de modelación matemática. Algunas reflexiones para el aula de clase. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 9(12), 281-290.

ANEXO 1

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimados Padres de Familia:

Mi nombre es **Cristina Hernández Franco**, soy estudiante de la **Maestría en Ciencias en Matemáticas y su Didáctica** en la **Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo**. Como parte del desarrollo de mi tesis, estoy llevando a cabo un estudio cuyo objetivo es determinar el impacto que tienen las actividades de modelación matemática en la motivación de los estudiantes para aprender matemáticas. Por tal motivo, solicito su autorización para utilizar los datos recabados a través de las producciones escritas, grabaciones de audio y encuestas realizadas por su hijo(a), quien forma parte del **grupo 27**, durante el curso **“El Manejo de la Información y los Fenómenos Aleatorios”** impartido por su servidora en la **Escuela Preparatoria Número Uno**.

Propósito del estudio: El propósito de este estudio es saber si usar estrategias didácticas basadas en problemas de la vida real ayuda a que los estudiantes se sientan más motivados para aprender.

Confidencialidad: Toda la información recabada para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Su hijo(a) quedará **identificado(a)** con un número, no por su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificado(a) su hijo(a).

Aviso de Privacidad Simplificado: Como investigadora principal de este estudio, yo, **Cristina Hernández Franco**, soy responsable del tratamiento y resguardo de los datos personales de su hijo(a), los cuales serán protegidos conforme a lo dispuesto por la **Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares**. Los datos

solicitados se utilizarán únicamente para los fines mencionados en este documento. Si tiene alguna duda, puede escribirme al correo: **cristina.hernandez@uaeh.edu.mx**

Números a Contactar: Si tiene preguntas, comentarios o inquietudes sobre el estudio, puede comunicarse con el coordinador de la Maestría en Ciencias en Matemáticas y su Didáctica, **Dr. Marcos Campos Nava** al siguiente número de teléfono (771) 717 2000 ext. 13204, de 9:00 a 16:00 hrs. o escribirle al correo: **mcampos@uaeh.edu.mx**

Si usted autoriza la participación de su hijo(a) en el estudio, le entregaremos una copia de este documento, el cual le pedimos sea tan amable de firmar.

Declaración de la persona que da el consentimiento

- He recibido la lectura de esta carta de consentimiento.
- Me han explicado en qué consiste el estudio, incluyendo su objetivo y la confidencialidad de los datos.
- He tenido oportunidad de hacer preguntas sobre la participación de mi hijo(a) y he recibido respuestas satisfactorias.

Si usted está de acuerdo con todo lo anterior y comprende la información proporcionada, le pedimos amablemente que firme este documento para autorizar el uso de la información de su hijo(a) conforme a lo aquí descrito.

Yo _____ tutor
del alumno(a) _____
autorizo el uso de los datos solicitados para el estudio realizado por la estudiante de la Maestría en Ciencias en Matemáticas y su Didáctica, Cristina Hernández Franco.

Firma del tutor

Mineral de la Reforma, Hidalgo

29 de abril del 2025

ANEXO 2: Protocolo de observación

El protocolo de observación consta de tres momentos, en cada uno de ellos se observa una tabla como la siguiente:

I. Datos generales		
Número de equipo:	Fecha:	
Cantidad de estudiantes:	Hombres:	Mujeres:
II. Desarrollo del momento		
¿Qué realizó el docente durante el desarrollo de la tarea?	Describa la interacción entre el docente y los estudiantes.	
Observaciones:		
III. Actitudes		
Actitudes hacia las matemáticas		
¿Qué actitud presentan los alumnos al escuchar las indicaciones?		
Actitudes matemáticas		
¿Qué actitud muestran durante la resolución de la actividad?		
IV. Emociones		
¿Cuáles de las siguientes emociones se presentaron?		

Animado	Curiosidad	Confianza	Diversión
Aburrimiento	Gusto	Bloqueo	Prisa
Desconcierto	Indiferencia	¡Lo tengo!	Desesperación
Tranquilidad	Come la cabeza	Observaciones:	

Para cada momento, la tabla anterior va acompañada del objetivo del momento y de una tabla extra personalizada para cada uno de ellos.

Momento 1: Fisión bacteriana	
Objetivo: Identificar y representar las fases de reproducción de la bacteria, así como su duración, a partir del uso de la gráfica y la tabla.	
V. Reacciones de la comunidad	
¿Cuál fue el comportamiento general?	¿Cuál fue el rol del docente?
¿Hubo estudiantes líderes y/o participativos?	¿Hubo estudiantes que no participaron?
Observaciones:	
VI. Reacciones ante la presencia del observador externo	
¿Existió algún acontecimiento o reacción de la comunidad que favorezca o impida que se me acepte como integrante?	
VII. Registros complementarios	
¿Cuál fue la actitud ante los registros complementarios (audio y/o vídeo)?	¿Cuáles fueron las reacciones de los estudiantes ante la introducción de las levaduras?

Momento 2: Crecimiento de colonias	
Objetivo: Confrontar los resultados experimentales con el modelo teórico. Conjeturar y argumentar las posibles causas de las diferencias que se observan con el uso de la gráfica.	
V. Reacciones de la comunidad	
¿Cuál fue el comportamiento general?	¿Cuál fue el rol del docente?
¿Hubo estudiantes líderes y/o participativos?	¿Hubo estudiantes que no participaron?
Observaciones:	
VI. Reacciones ante la presencia del observador externo	
¿Existió algún acontecimiento o reacción de la comunidad que favorezca o impida que se me acepte como integrante?	
VII. Registros complementarios	
¿Cuál fue la actitud ante los registros complementarios (audio y/o vídeo)?	¿Cuáles fueron las reacciones de los estudiantes ante el uso del programa Excel?

Momento 3: Influencia del medio	
Objetivo: Usar la gráfica para argumentar el comportamiento del fenómeno.	
V. Reacciones de la comunidad	
¿Cuál fue el comportamiento general?	¿Cuál fue el rol del docente?
¿Hubo estudiantes líderes y/o participativos?	¿Hubo estudiantes que no participaron?
Observaciones:	
VI. Reacciones ante la presencia del observador externo	

¿Existió algún acontecimiento o reacción de la comunidad que favorezca o impida que se me acepte como integrante?

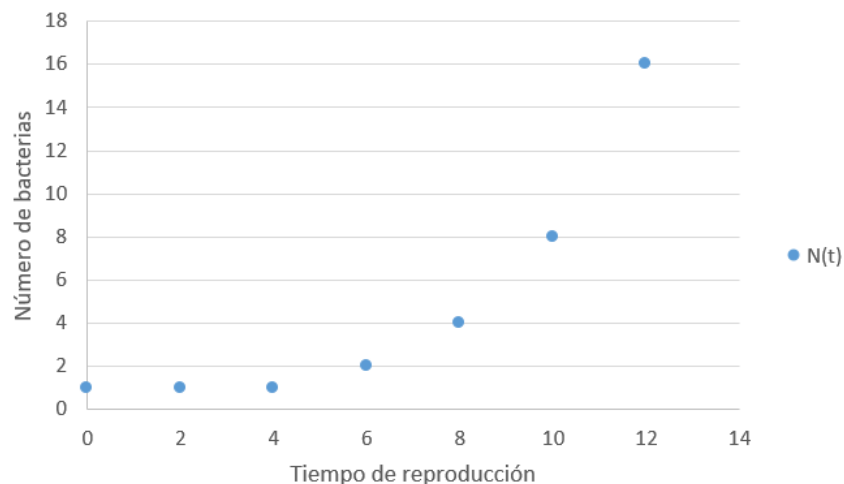
ANEXO 3: Proyecto de clase

Nombre: _____

Fisión bacteriana

Las bacterias son organismos unicelulares que se reproducen mediante fisión. Durante el proceso de reproducción podemos encontrar cuatro fases: *latencia*, *exponencial*, *estacionaria* y *muerte*. La fase de **latencia** corresponde al tiempo que toma la bacteria para adaptarse e iniciar su proceso de división. La fase **exponencial**, es la etapa de reproducción y se denomina así porque la población aumenta a un ritmo exponencial. En la fase **estacionaria**, la reproducción se detiene por distintas variables ambientales, si el ambiente no cambia, entonces la fase de **muerte** se inicia.

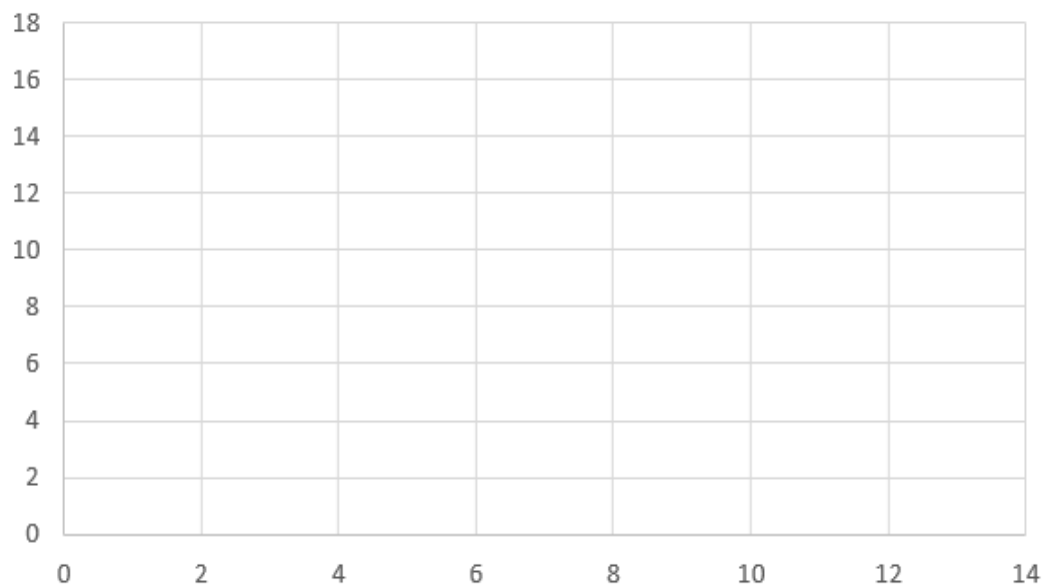
Suponga que en un experimento con una bacteria de *Escherichia coli* (E-coli), presentada en un individuo, se obtiene la siguiente gráfica. Definamos $N(t)$ como el número de bacterias en el tiempo t , donde $N(0) = N_0$ es el número inicial de bacterias en la población.



1. En base a la gráfica anterior, complete la tabla siguiente:

t	$N(t)$
0	
2	
4	1
6	
	4
10	
	16

2. ¿Qué fases puede identificar en el gráfico?
3. En base a la tabla y el gráfico, ¿cuál es el tiempo que dura la fase de latencia para esta bacteria?
4. En base a la tabla y el gráfico, ¿cuántas unidades de tiempo miden la fase exponencial y la fase estacionaria?
5. Bosqueje un gráfico en el que se muestren todas las fases de reproducción de la bacteria E- coli.

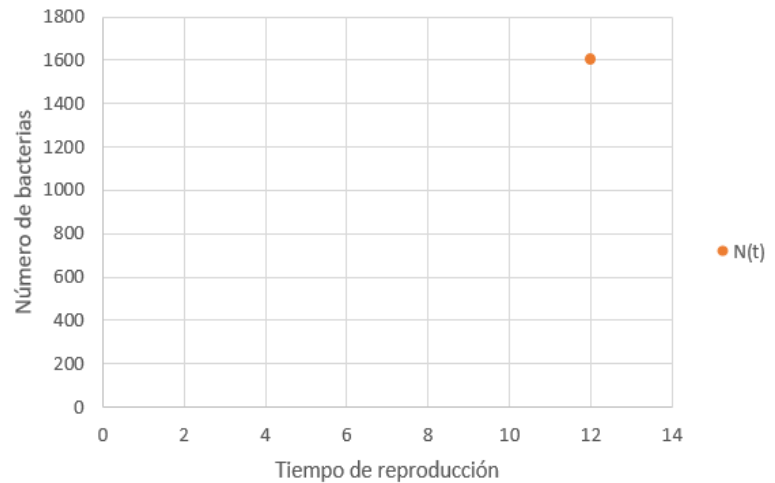


Crecimiento de colonias

Supongamos que ahora in vitro (en laboratorio) se inicia un cultivo de *E-coli* con 100 individuos.

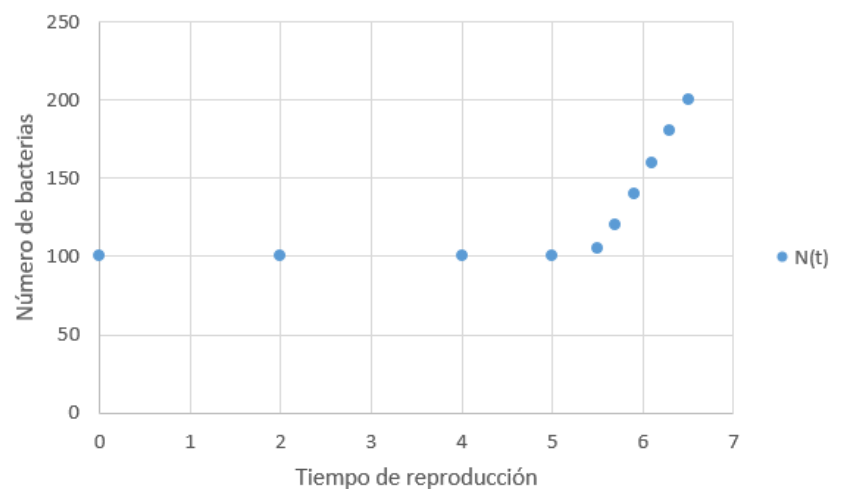
- Con base en el resultado anterior con un individuo, complete el gráfico y la tabla de datos siguientes:

t	$N(t)$
0	100
2	
4	
6	
8	
10	
12	



- Por otro lado, el conteo realizado en el laboratorio es representado por medio de la gráfica siguiente:

t	$N(t)$
0	100
2	100
4	100
5	100
5.5	105
5.7	120
5.9	140
6.1	160
6.3	180
6.5	200



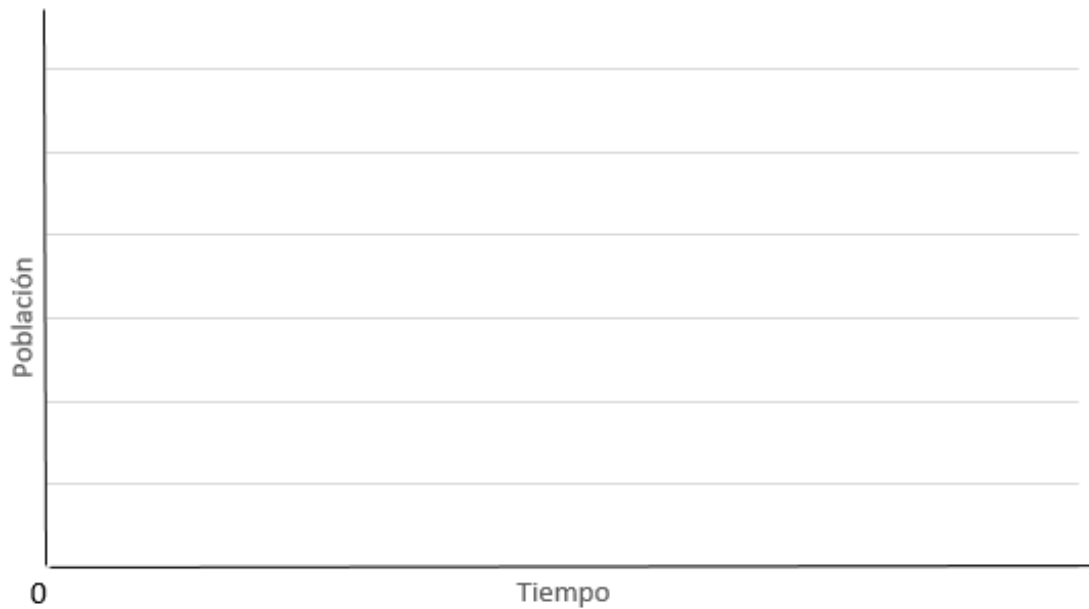
3. ¿Cuáles consideras que son las causas de las diferencias entre el modelo teórico y el experimental?
4. Debido a las diferencias entre el modelo teórico y los datos experimentales se decide realizar 24 experimentos, teniendo como objetivo obtener el tiempo promedio de latencia de una bacteria de tipo E-coli. Los resultados del experimento son: {2.4, 2.35, 2.21, 2.09, 1.98, 1.75, 1.69, 1.82, 2.2, 2.28, 1.95, 2.25, 2.3, 1.75, 2.23, 2.01, 1.63, 2.45, 2.22, 1.95, 1.8, 1.7, 1.6, 1.89}
- a. Calcule el tiempo promedio y la desviación estándar de los datos.
- b. Asumiendo que a partir de la primera reproducción cada 2 tiempos ocurre la fisión. Confeccione tres tablas con el número de bacterias correspondiente a cada tiempo considerando: $N_0=100$, para el tiempo de latencia promedio, promedio + DE, promedio – DE y estime las diferencias entre los valores a las 12 unidades de tiempo.

Promedio	
t	N(t)

Promedio + DE	
t	N(t)

Promedio - DE	
t	N(t)

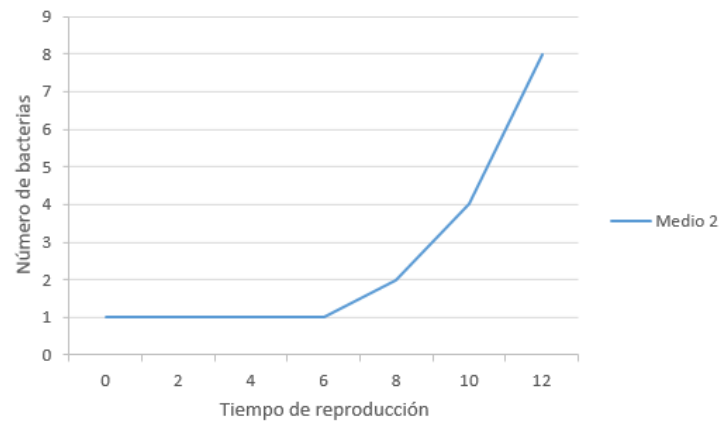
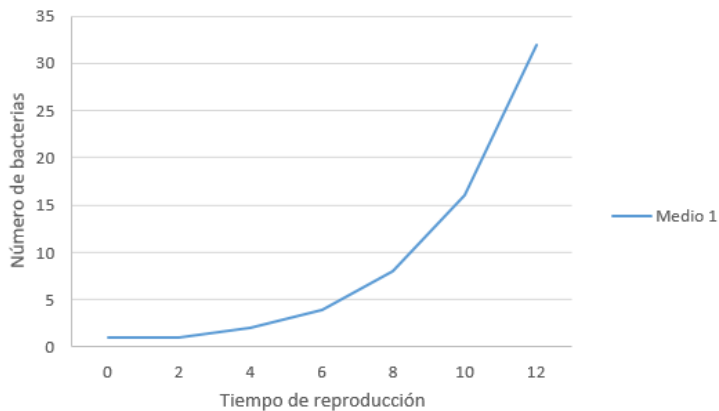
- c. Grafique el comportamiento de los tres casos anteriores.



- d. Si ubica los puntos sobre la gráfica de la curva promedio y las curvas de la desviación estándar, ¿qué puede decir del modelo experimental?
- e. En base a la gráfica obtenida en el inciso c, ¿consideras que se observan las causas que colocaste en la pregunta 3?

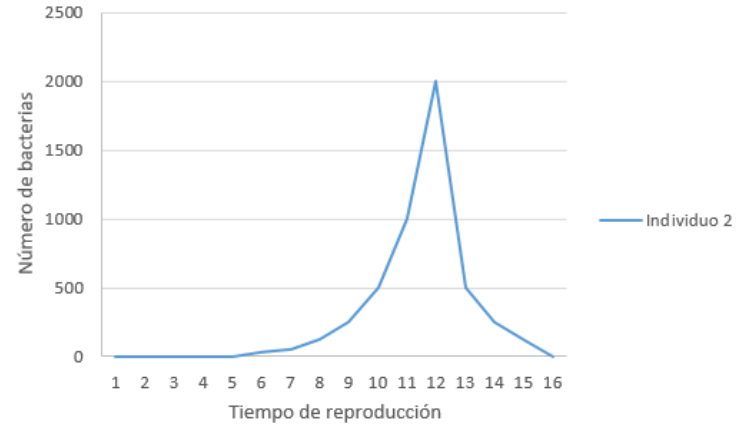
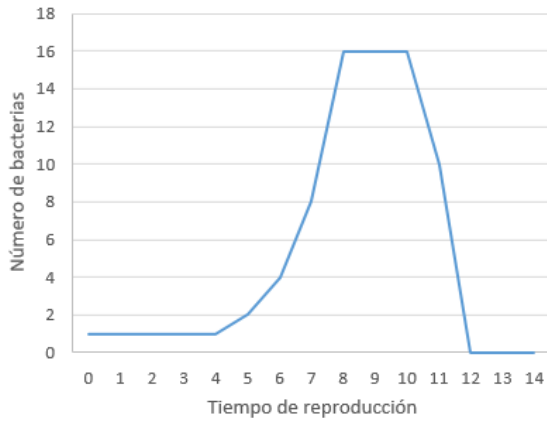
Influencia del medio

1. Considere que se realiza un nuevo experimento. Se desea probar que existe una influencia del medio en el tiempo de latencia para las bacterias de E-coli. Se ubica una bacteria de E-coli en dos medios distintos y se mide su proceso de fisión, con lo cual se obtienen los siguientes gráficos:



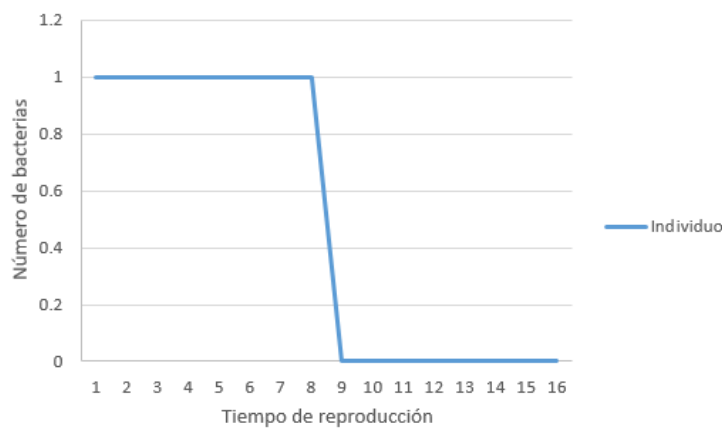
- a. Determine el tiempo de latencia para cada medio y describa las diferencias entre ambos casos.
- b. Imagine que el medio de cultivo es un estómago humano. Un medio es un sujeto de 55 años, mientras que el otro medio es un individuo de 30. Asocie cada gráfico a un medio y argumente su respuesta.

2. Considere que tenemos dos tipos de bacterias de E-coli, denominadas de tipo wild y mutante. Dos sujetos de 40 años consumen alimentos contaminados con E-coli. El individuo 1 con tipo wild, mientras que el individuo 2 con tipo mutante. La fisión de una bacteria en el estómago de cada individuo se comporta según la siguiente gráfica:

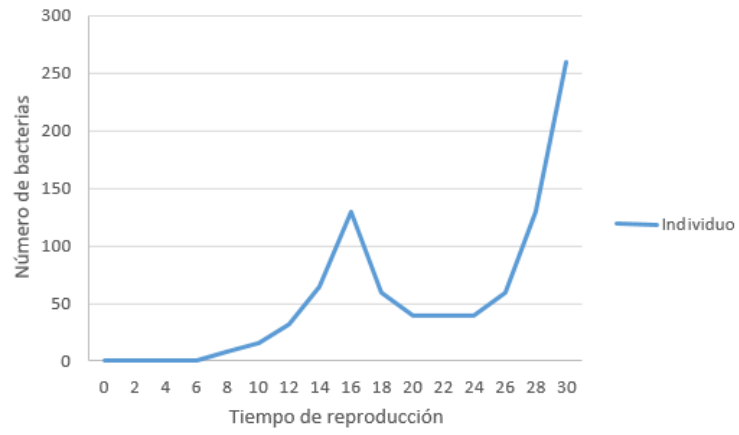


- a. ¿Cuál de las dos bacterias se adaptó mejor a su medio?
- b. ¿Qué puede decir de los individuos?
3. Para cada una de las siguientes gráficas: (a) Describa las etapas de latencia, exponencial, estacionaria y muerte. (b) Escriba un breve relato sobre el comportamiento de la bacteria en un sujeto.

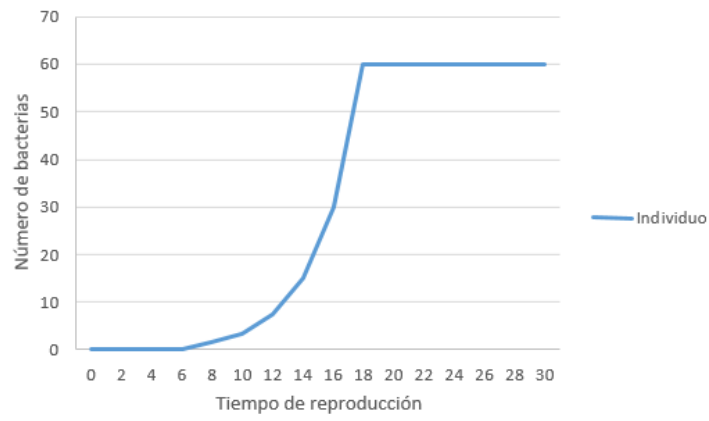
a)



b)



c)



ANEXO 4

En este anexo se muestra el análisis detallado de las producciones escritas, complementado con las grabaciones de audio, con base en las categorías descritas al inicio del capítulo 4.

ANEXO 5

En este anexo se comparten las grabaciones de audio para que el lector pueda consultar.

ANEXO 6

En este anexo se muestran las notas de campo que realizó la observadora durante la aplicación de la actividad para cada equipo durante las dos sesiones de trabajo.

ANEXO 7

En este anexo se muestra el análisis detallado sobre las respuestas que proporcionaron los sujetos en el cuestionario de creencias, con base en los puntajes propuestos por Morales (2009).

En el siguiente link podrá acceder a una carpeta que contiene los Anexos del 4 al 7.

<https://drive.google.com/drive/folders/1RPat1oOypz0-JT-LIFLI3ro4J8MQJ2NE?usp=sharing>