



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
MAGÍSTER EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS MATEMÁTICAS

MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE, UNA EXPERIENCIA DESDE
LA PERSPECTIVA FEMINISTA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y
LAS MATEMÁTICAS

Elizabeth Paulina Salazar Cortez

Director: Dr(c) Iván Esteban Pérez Vera

Santiago de Chile, 2024.

Autorización

2024, Elizabeth Paulina Salazar Cortez

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

Dedicatoria

A mis tres bebés perrunos y a la Emmita.

Agradecimientos

A Matias, mi amorcito que me ha apoyado durante todo este tiempo para culminar este desafío, que fue mucho más grande que una tesis.

Al profe Iván, que me ayudó a generar esta idea loca y me guió en mi proceso de introducción a la investigación académica.

A la profe Tere, que me mostró que a pesar de mantener posicionamientos diferentes, podemos dialogar, compartir y aprender una de la otra. Gracias por recibirme en su oficina y permitir que terminara este proceso.

A Kar, por tu disposición a colaborar siempre, espero poder aprender mucho más contigo.

A las chicas del magíster, Maca, Luisa y Ale, les deseo lo mejor y estoy segura de que seguiremos encontrándonos por aquí.

Tabla de contenidos

Resumen	11
Introducción	13
Capítulo I. Planteamiento del la problemática	15
1. Antecedentes sobre género	15
1.1 Género y matemáticas.	15
1.2 Género y tecnología.	21
1.3 Género y FID.	23
2. Antecedentes sobre modelación matemática	25
2.1 Modelación matemática como metodología de enseñanza.	25
2.2 Modelación matemática y tecnología.	26
2.3 Modelación matemática en la FID.	28
3. Planteamiento de la Problemática	30
4. Objetivos	32
4.1 Objetivo General.	32
4.2 Objetivos específicos.	32
Capítulo II: Marco referencial	32
1. Concepto de Género en Matemáticas	32
2. Epistemología Feminista	33
3. Evaluación de tecnologías en contexto de modelación matemática	36
4. Modelación matemática desde una perspectiva sociocultural	37
5. Competencias necesarias en la formación inicial docente	42
5.1 Competencias relativas a la inclusión de la perspectiva de género en la FID.	42
5. 2 Competencias relativas a la modelación matemática en la FID.	44
Capítulo III: Marco Metodológico	47
1. Paradigma cualitativo de la investigación con enfoque sociocrítico	47
2. Alcance de la investigación	47

3. Diseño fenomenológico feminista	48
4. Muestra investigativa	49
5. Instrumentos de recolección de datos	49
6. Estructura del diseño de la situación de modelación	50
7. Procesamiento y análisis de datos	51
Capítulo IV: Resultados, análisis y discusión	53
1. Resultados de la implementación	53
1.1 Ciclo de modelación.	53
1.1.1 Actividad 1: El fenómeno y sus principales características.	53
1.1.2 Actividad 2: El fenómeno, los datos que nos ofrece y cómo obtenerlos.	55
1.1.3 Actividad 3: Representaciones del fenómeno.	56
1.1.4 Actividad 4: Hacia un modelo escolar del fenómeno.	60
1.1.5 Actividad 5: Reflexiones finales sobre la experiencia de modelación del ciclo menstrual.	62
1.2 Observaciones de campo.	66
1.2.1 Dinámicas Grupales e Interacciones.	66
1.2.2 Uso de Tecnologías.	67
1.2.3 Percepción y Análisis del Fenómeno.	67
1.2.4 Elección de Niveles Educativos para la Implementación.	68
1.2.5 Reflexiones Finales.	68
2. Análisis y discusión	69
2.1 Dinámicas relacionales.	69
2.2 Interacción con el fenómeno	70
2.3 Modelación Matemática mediante la Perspectiva Feminista en la FID.	73
2.3.1 Ciclo de Modelación en la FID.	73
2.3.2 Didáctica y Modelación matemática en la FID.	75
2.3.3 Historia de las Mujeres en Matemática.	77
2.4 Conclusiones.	79

Capítulo V. Conclusiones y reflexión personal	82
1. Conclusiones	82
2. Reflexión personal	83
Capítulo VI. Referencias bibliográficas	85
Anexos	85

Índice de figuras

Figura 1: Resultados PISA de Matemáticas en Chile según género

..... 14

Figura 2: Brecha de género en los resultados SIMCE de 4° básico y II° medio
respectivamente

.....
..... 15

Figura 3: Porcentaje de mujeres en matrícula primer año de universidad según área
17

Figura 4: La modelación: el acto de modelar, el modelo, lo modelado y el dipolo
modélico

.....
..... 39

Figura 5: Actividades para el diseño de una situación de aprendizaje en un contexto de
modelación matemática escolar

..... 44

Figura 6: Análisis del comportamiento variacional de las hormonas que inciden en el ciclo
menstrual

.....
..... 53

Figura 7: Análisis de datos dados en la implementación. Producción de las/os participantes

.....
..... 54

Figura 8: Ajuste seno de los datos dados

..... 57

Figura 9: Extracto de la situación de modelación implementada, acerca de la relación entre la progesterona y la temperatura basal corporal

..... 58

Figura 10: Transformaciones al vivenciar un ciclo de modelación matemática escolar

73

Figura 11: Modelación matemática y perspectiva feminista en la FID

..... 78

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general diseñar e implementar una situación de modelación matemática que permita evidenciar dinámicas de género en la formación inicial docente (FID), analizando cómo estas influyen en la interacción con el fenómeno estudiado y en la construcción del conocimiento matemático. El fenómeno del ciclo menstrual fue seleccionado como eje central, ya que constituye una experiencia propia de la mujer históricamente invisibilizada en la enseñanza de las matemáticas. Su elección desafía la aparente neutralidad de los fenómenos comúnmente abordados en el aula, como los relacionados con la física, y visibiliza la necesidad de integrar perspectivas situadas y críticas en la práctica docente.

La investigación se basa en una perspectiva de modelación matemática sociocultural, entendiendo la modelación como un proceso donde se resignifican los saberes matemáticos en función de contextos y prácticas sociales específicas. Metodológicamente, se adopta un enfoque cualitativo con un diseño fenomenológico feminista, el cual permite explorar las

experiencias subjetivas de docentes en formación en torno a la modelación del ciclo menstrual, identificando tensiones, reflexiones y dinámicas de género en el proceso. La situación implementada se estructura en cinco fases propuestas por Pérez-Vera y Salazar-Cortez (2024a): profundización sobre el fenómeno, diseño del experimento, ciclo de modelación del fenómeno, mirada escolar del fenómeno e institucionalización.

Los resultados evidencian que las dinámicas relacionales dentro de los grupos de trabajo inciden de manera significativa en la interacción con el fenómeno estudiado. En los grupos mixtos, se observaron tensiones relacionadas con el dominio masculino en la toma de decisiones y la necesidad de validación por parte de las participantes femeninas. Sin embargo, en los grupos homogéneos femeninos, se evidenció una interacción más horizontal y una mayor apropiación del fenómeno, lo que favoreció la integración de la experiencia femenina en la discusión matemática. A su vez, el ciclo de modelación demostró su potencial para vincular la experiencia biológica y social de las mujeres con los procesos matemáticos, promoviendo una resignificación crítica del conocimiento.

En conclusión, el estudio revela que, bajo este enfoque, es fundamental considerar la experiencia de mujer como el eje estructural que moviliza la reconsideración de su historia en la construcción social del conocimiento matemático dentro de los ciclos de modelación. Al integrar esta experiencia en el aula, se potencia no solo la didáctica de la matemática, sino también las proyecciones al contexto escolar, permitiendo un cambio transformador en la FID. Este enfoque no solo fortalece las competencias matemáticas y didácticas de los futuros docentes, sino que también contribuye a la construcción de prácticas educativas inclusivas y críticas, que visibilizan las realidades de género y promueven una enseñanza matemática culturalmente situada y socialmente equitativa.

Palabras clave

Modelación matemática, formación inicial docente, perspectiva feminista, uso de tecnologías, dinámicas relacionales.

Introducción

La desigualdad de género en la educación matemática y tecnológica ha sido históricamente un desafío significativo. En matemáticas, esta brecha no solo se evidencia en los logros académicos de las mujeres, sino también en su representación en el ámbito profesional y en la percepción de estas disciplinas como espacios tradicionalmente masculinos. Este fenómeno se extiende a la tecnología, donde las mujeres enfrentan barreras tanto en su acceso como en su participación activa, perpetuando una exclusión sistemática que afecta el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI. Estas desigualdades tienen un impacto directo en la formación inicial docente (FID), especialmente en la modelación matemática, una herramienta crucial para conectar las matemáticas con fenómenos del mundo real y para fomentar el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas.

En Chile, los nuevos estándares pedagógicos y disciplinarios definidos por el Ministerio de Educación (CPEIP, 2021) abordan estos desafíos, enfatizando la importancia de incorporar la modelación matemática en la formación de futuros docentes y de integrar una perspectiva

de género que permita superar las brechas históricas en estas áreas. Los estándares destacan que la modelación matemática no solo debe ser una competencia disciplinaria, sino también una herramienta didáctica para conectar las matemáticas con contextos culturales, sociales y científicos, promoviendo la participación equitativa de mujeres y hombres en el aprendizaje y la enseñanza de esta disciplina. Al mismo tiempo, se exige a las carreras de pedagogía el diseño de experiencias formativas libres de sesgos de género, tanto en las actividades de aprendizaje como en las evaluaciones, para garantizar una educación inclusiva y equitativa.

Esta tesis se estructura en tres capítulos principales que abordan los aspectos teóricos, metodológicos y analíticos del estudio. El capítulo II desarrolla el marco referencial, donde se exploran los fundamentos teóricos sobre género, epistemología feminista, y modelación matemática desde perspectivas socioculturales y críticas. Asimismo, se analiza cómo estos enfoques convergen en la formación inicial docente para proponer prácticas educativas inclusivas y transformadoras. En el capítulo III, se presenta el marco metodológico, que incluye un diseño cualitativo con un enfoque fenomenológico feminista, detallando los procedimientos de recolección y análisis de datos utilizados para explorar las experiencias de docentes en formación en torno al ciclo de modelación matemática del fenómeno menstrual.

Finalmente, el capítulo IV expone los resultados y análisis del estudio, evidenciando cómo las dinámicas relacionales y las interacciones de género inciden en la modelación matemática y su potencial para resignificar el conocimiento matemático desde la experiencia femenina. Las conclusiones subrayan la necesidad de incorporar estos enfoques en la formación docente como una estrategia para promover la equidad de género y transformar las prácticas educativas en matemáticas.

La presente introducción contextualiza una problemática que vincula género, matemáticas y modelación matemática en la FID, estableciendo las bases para un análisis crítico y reflexivo que busca incidir en la didáctica y en las proyecciones al aula. A continuación, en los antecedentes de esta tesis, se desarrollan en mayor profundidad las bases teóricas y los estudios previos que sustentan este trabajo.

Capítulo I. Planteamiento de la problemática

1. Antecedentes sobre género

1.1 Género y matemáticas.

En el estudio de la relación entre género y rendimiento en matemáticas, se ha constatado una persistente desigualdad de género, a pesar de los progresos hacia la equidad educativa. Diversos estudios y evaluaciones internacionales han proporcionado un panorama detallado de estas disparidades.

En las últimas dos décadas, se han reducido significativamente las diferencias de género en términos de matriculación y asistencia escolar, ahora inferiores a un punto porcentual en los tres niveles educativos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2022). No obstante, es importante reconocer que la problemática de la

desigualdad de género en la educación es mucho más compleja. En este sentido, el resumen sobre género del Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo (UNESCO, 2018) detalla seis ámbitos de posible desigualdad de género en la educación, entre los cuales destacan por ejemplo, las oportunidades educativas, las creencias y actitudes de género y las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Todos ellos inciden directamente en el desempeño y creencias de las mujeres con respecto a la matemática, y se encuentran presentes en todos los niveles educativos.

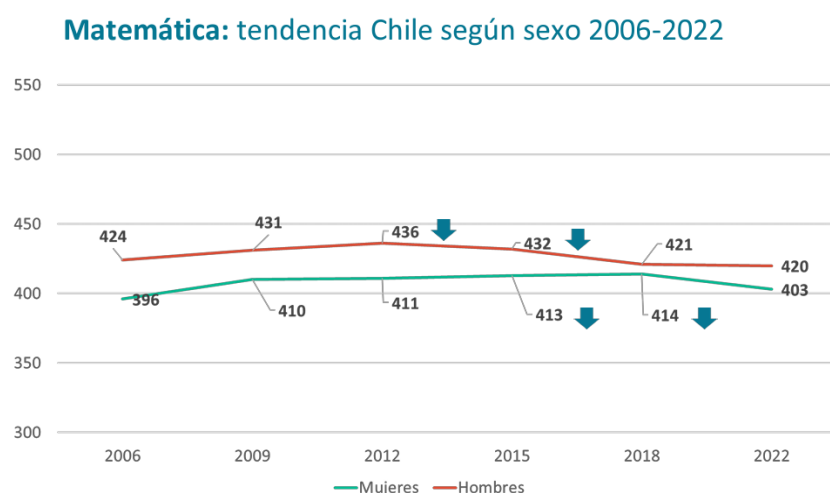
De este modo, informes como el de la UNESCO (2022), dan cuenta de que en 50 de 54 países las niñas tienen menos probabilidades de obtener las mejores calificaciones en matemáticas. Esto se refleja en todas las etapas educativas, desde la primaria hasta la educación superior, a pesar de que las niñas generalmente obtienen mejores resultados académicos que los niños en otras áreas.

Diversas evaluaciones internacionales han evidenciado constantemente esta situación en el rendimiento matemático, mostrando una brecha de género consistente en sus resultados. En concreto, en la prueba TIMSS de 2019 se observó que los niños, en promedio, obtuvieron mejores resultados que las niñas en 27 de los 56 países evaluados en la prueba de matemáticas de cuarto grado, incluyendo a Chile con una diferencia de 8 puntos. Específicamente, los niños superaron a las niñas en 31 países en el dominio del conocimiento, en 15 países en el dominio de aplicación, y en 28 países en el dominio de razonamiento (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2019). Con respecto a PISA, la brecha en matemáticas no ha cambiado durante la última década en más del 80% de los países participantes, incluyendo a 26 países que en general (considerando niños y niñas), han disminuido en su desempeño; 16 países en donde el desempeño no ha cambiado significativamente; y 5 países en donde han mostrado mejoría en el desempeño. Estos resultados muestran una profunda transversalidad en la brecha de género en matemáticas, persistente en el tiempo y presente en diferentes condiciones socioeconómicas y culturales (OECD, 2023).

La participación de Chile en la prueba PISA de matemáticas muestra las mayores brechas de género de manera constante hasta el 2012, donde alcanza la segunda posición a nivel mundial (OECD, 2014). Si bien, las brechas se fueron acortando en los años previos a la

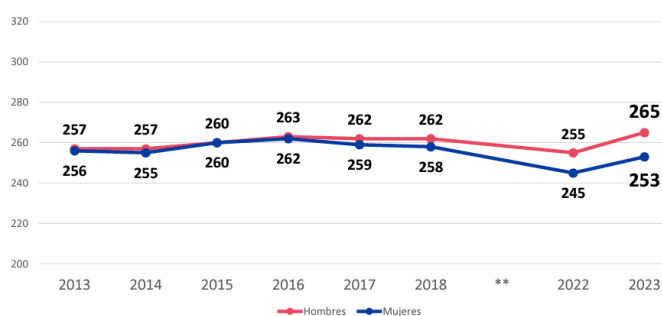
pandemia, los resultados de PISA 2022 en matemáticas muestran que la brecha de género en el país ha vuelto a pronunciarse de manera significativa, mostrando que los hombres mantienen su puntaje mientras que las mujeres disminuyeron 11 puntos (OECD, 2023).

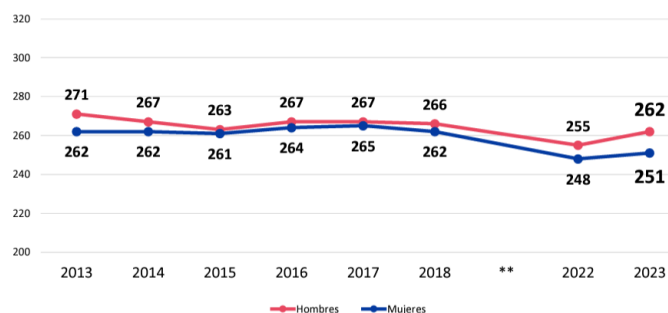
Figura 1: Resultados PISA de Matemáticas en Chile según género (Agencia de Calidad de la Educación, 2023, p.16)



El Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) en Chile también ha evidenciado esta brecha. En los resultados del SIMCE de 2022, se observó un descenso notable en los logros de aprendizaje en matemáticas, siendo más pronunciado en las niñas (Ministerio de Educación, 2023). Ahora, en los resultados del SIMCE 2023 se percibe un alza significativa en el puntaje de matemática tanto en 4° básico como en II° medio, pero a la vez, en ambos niveles se presenta la brecha de género más amplia de la década, de 12 y 11 puntos respectivamente, como se muestra en la Figura 2 a continuación:

Figura 2: Brecha de género en los resultados SIMCE de 4° básico y II° medio respectivamente (Agencia de Calidad de la Educación, 2024, pp.18 y 27)





Estos resultados dan cuenta de una significativa reapertura en la brecha a partir de la pandemia. Esta situación es preocupante ya que impacta negativamente en las trayectorias educativas y profesionales de las mujeres, limitando sus oportunidades futuras (MINEDUC, 2024).

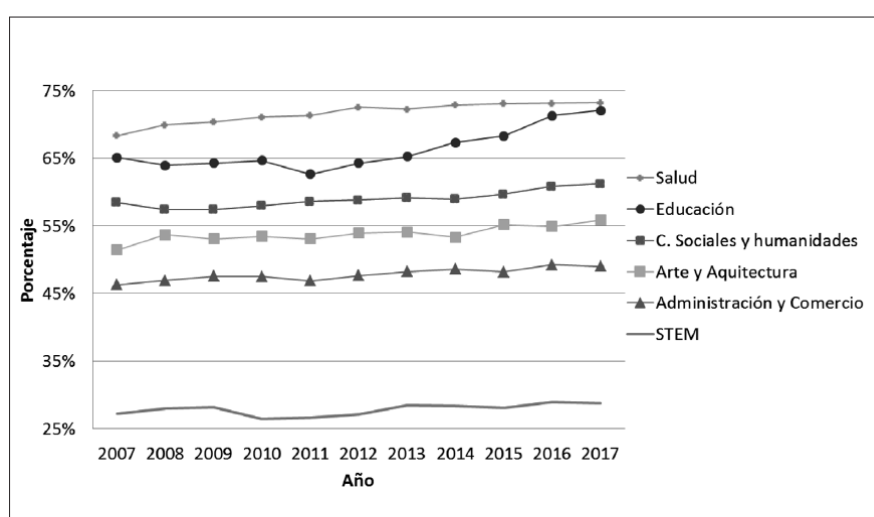
Por otro lado, la participación de las niñas en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) disminuye a medida que avanzan en su trayectoria educativa. En la educación primaria, aunque las ciencias y las matemáticas son parte del currículo básico, los estereotipos de género comienzan a influir en el rendimiento y la autoevaluación de las habilidades matemáticas de las niñas, incluso en niños/as de kínder, quienes asocian las matemáticas con lo masculino. De este modo, las niñas a la edad de 6 años comienzan a creer que son menos capaces y que tienen menos talento que los niños en matemáticas (del Río et al., 2016; MINEDUC, 2023b). Este sesgo temprano puede tener un impacto duradero en la percepción de las habilidades y el interés de las niñas en las matemáticas a lo largo de su vida académica.

En la educación secundaria, las brechas de género se amplían. Las niñas pierden interés en las materias STEM, especialmente durante la adolescencia, lo que afecta su participación en estudios avanzados en secundaria y, posteriormente, en la educación superior (UNESCO, 2019). Estudios como el de Rodríguez (2012) afirman que las chicas de secundaria comparten la creencia de que no son buenas en matemáticas y en muchos de los casos no las consideran como algo que deseen estudiar en su formación futura. Además, si bien las brechas de género se encuentran a lo largo de toda la trayectoria educativa, estas van aumentando con cada nivel educativo, por lo que en secundaria son más evidentes (MINEDUC, 2023b).

En la educación superior, las brechas de género en la educación STEM se manifiestan de manera aún más evidente. Según el informe de la UNESCO (2019), solo alrededor del 30% de las estudiantes femeninas elige disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), con una participación especialmente baja en áreas como tecnología y matemáticas. Esta baja representación de mujeres en disciplinas STEM está estrechamente relacionada con las experiencias y creencias formadas durante los niveles educativos anteriores. Además, las mujeres abandonan las disciplinas STEM en proporciones desproporcionadas con respecto a los hombres, tanto durante sus estudios universitarios, como en la transición al mercado laboral e incluso a lo largo de su carrera profesional (UNESCO, 2019).

En el contexto nacional, el estudio de Mizala (2018) muestra que las mujeres están sub-representadas en áreas vinculadas a la tecnología, la ingeniería y las matemáticas debido a una combinación de factores socioculturales y discriminación en la sociedad. Además, la percepción de las habilidades matemáticas de las mujeres influye en su decisión de no participar en cursos avanzados de matemáticas, lo que a su vez limita sus opciones de carrera en el futuro.

Figura 3: Porcentaje de mujeres en matrícula primer año de universidad según área (Mizala, 2018, p.139)



Como se aprecia en la imagen 3, los patrones de género son evidentes en la educación superior. Las mujeres tienden a estudiar carreras vinculadas con el cuidado de otros,

mientras que los hombres prefieren las disciplinas STEM (MINEDUC, 2023b). En los últimos años, el estudio del MINEDUC (2024) acerca de las brechas de género en la educación superior, afirma que al revisar la participación en la matrícula de primer año de pregrado en las carreras STEM, las brechas muestran que son carreras fuertemente masculinizadas, con brechas de género que superan los 60 puntos porcentuales, en el promedio entre 2019 y 2023.

A pesar de algunos avances en la equidad de género en la matriculación y el rendimiento académico general, las niñas y mujeres siguen estando sub-representadas en matemáticas y disciplinas STEM, con una baja participación que se traduce en menores oportunidades en estudios avanzados y en el mercado laboral. Abordar estas disparidades requiere intervenciones integrales que desafíen los estereotipos de género particularmente en matemáticas a lo largo de la trayectoria educativa de las niñas y mujeres.

En relación al aprendizaje de las matemáticas son muchos los factores que influyen en las diferencias que se detectan entre varones y mujeres. Rodríguez (2012) reconoce: las creencias y concepciones, la motivación, las actitudes, la auto-confianza para trabajar en matemáticas y los aspectos afectivos.

Por su parte, del Río et al. (2016) afirma que el auto concepto y las creencias de los estudiantes, docentes y padres tienen un impacto significativo en el rendimiento y la participación de niños y niñas en matemáticas. Desde temprana edad, las niñas internalizan estereotipos de género que asocian las matemáticas con lo masculino, lo que afecta negativamente su desempeño y su interés en estas disciplinas (del Río et al., 2016). Así, estas creencias se agudizan en la trayectoria escolar de las niñas, de modo que tanto en las estudiantes de primaria como en las de secundaria circulan creencias que consideran que las matemáticas son muy importantes para la vida cotidiana y la vida académica, pero al mismo tiempo permea la creencia de que son difíciles o complicadas, presente con mayor intensidad en las estudiantes de secundaria (Rodríguez, 2012). En este sentido, es importante considerar que el éxito en el aprendizaje está fuertemente relacionado con las creencias del individuo sobre sí mismo (Espinosa, 2021).

Estos estereotipos y creencias también están presentes en la docencia, expresando expectativas más bajas para las niñas en matemáticas. Los docentes, a menudo, evalúan las

habilidades matemáticas de las niñas de manera inferior a las de los niños, a pesar de desempeñarse a niveles similares (UNESCO, 2019). Otros estudios han demostrado que los docentes tienden a formular más preguntas que requieren procesos cognitivos complejos a los niños que a las niñas, les dan más retroalimentación y fomentan su participación de manera más activa (Saravia y Araya, 2017; Espinoza y Taut, 2016). Así, las oportunidades de aprendizaje en el aula de matemáticas se ven sesgadas.

Con respecto a la participación en clases, el estudio de Rodríguez (2012) afirma que si bien las niñas que expresan abiertamente desinterés o disgusto por las matemáticas representan un 20% en secundaria, y solo un 10% en primaria, la mayoría de ellas manifiestan su incomodidad a participar en clase de matemáticas debido a las burlas que se desatan si no son asertivas. Por otro lado, el estudio de Saravia y Araya (2017) expone que a pesar de que las estudiantes se consideran participativas en la clase de matemáticas, se evidencia que en realidad no son participantes activas de la clase, a diferencia de sus pares hombres.

Espinosa (2021) señala que las investigaciones de género y matemáticas dan cuenta de que las mujeres tienden a estereotipar la matemática mediante un dominio masculino que no favorece a las mujeres, generando actitudes negativas y desinterés por la disciplina a lo largo de la trayectoria educativa, lo cual tributa a que estas eviten tomar cursos de matemáticas en la educación superior.

Los niveles bajos de rendimiento en Matemática afectan negativamente el desarrollo cognitivo y las trayectorias educativas y de vida de los estudiantes en general. En particular, la brecha de género provoca que las mujeres y niñas dispongan de menos herramientas que sus compañeros masculinos (MINEDUC, 2023b). De acuerdo con ello, Saravia y Araya (2017) sostienen que las mujeres son excluidas de la matemática, lo que impacta su futuro y evidencia que las aulas no fomentan adecuadamente el desarrollo de competencias matemáticas en todos los estudiantes.

1.2 Género y tecnología.

Como vimos anteriormente, los sesgos de género en STEM se manifiestan de manera significativa en el ámbito de la tecnología. Según investigaciones, estos sesgos están profundamente arraigados en la sociedad y se reflejan en las barreras que enfrentan las

mujeres para ingresar y prosperar en campos tecnológicos (Boix, 2002). La falta de representación femenina en estas áreas no solo limita las oportunidades de las mujeres, sino que también restringe la diversidad y la innovación en la tecnología.

Los sesgos de género comienzan a configurarse en edades tempranas. Desde la infancia, los niños y las niñas están expuestos a estereotipos de género a través de la educación, los medios de comunicación y las expectativas sociales. Estas influencias, como lo son, las expectativas diferenciadas del profesorado con respecto al ámbito tecnológico, contribuyen a la internalización de creencias acerca de la tecnología y el género (Trigueros y Martínez, 2001). Esta socialización temprana afecta las aspiraciones y el interés de las niñas por las carreras en STEM y tecnología específicamente, creando una base para la perpetuación de la desigualdad de género en estas áreas. De este modo, la educación juega un rol crucial para moldear las vocaciones científicas y tecnológicas (García Holgado et al., 2017).

A nivel mundial, el porcentaje de mujeres matriculadas en estudios superiores en disciplinas tecnológicas es significativamente bajo. A pesar de los esfuerzos para promover la igualdad de género en la educación, las mujeres continúan siendo una minoría en carreras tecnológicas y de ingeniería (Ficoseco, 2016). Esta sub-representación se debe en parte a los sesgos de género y la falta de incentivos y apoyo para las mujeres jóvenes en estos campos. Como resultado, las mujeres pierden oportunidades cruciales para participar en el ámbito de la tecnología (Sillero y Hernández, 2019).

La disparidad de género en la educación tecnológica en todos los niveles, se traduce en una baja representación de mujeres en el ámbito laboral tecnológico. Las mujeres constituyen una minoría en empleos relacionados con la tecnología, y a su vez presentan brechas desfavorables en la deserción en el ámbito profesional, lo que refleja las barreras sistémicas y los sesgos de género que persisten en el lugar de trabajo, pues la brecha de género en los empleos digitales se mantiene de manera consistente (González, 2006; Gracia, 2022). De hecho, las mujeres están notablemente sub-representadas en posiciones de liderazgo dentro del sector tecnológico en comparación con sus colegas masculinos, por lo que terminan ocupando puestos de organización y administración. La falta de representación femenina en roles de alta dirección y toma de decisiones refleja un problema más amplio de desigualdad de género. Las mujeres líderes pueden servir como modelos a seguir y agentes de cambio,

promoviendo políticas y prácticas más inclusivas (González, 2006). Sin embargo, las barreras estructurales y culturales continúan limitando el acceso de las mujeres a estas posiciones de influencia, lo cual obstaculiza que su perspectiva se considere en proyectos de innovación tecnológica (Sillero y Hernández, 2019).

Por otro lado, el desarrollo de la inteligencia artificial, que juega un papel cada vez más importante en la sociedad, a menudo refleja y amplifica los sesgos de género existentes en los datos con los que son entrenados (García-Holgado et al., 2017). La falta de diversidad en los equipos que desarrollan estas tecnologías contribuye a la perpetuación de estereotipos y la discriminación automatizada. Es crucial abordar estos sesgos en el desarrollo de IA y algoritmos para garantizar que estas tecnologías no refuercen la desigualdad de género, sino que promuevan la equidad y la justicia social (García y Calvo, 2022).

1.3 Género y FID.

La incorporación de la perspectiva de género en la formación inicial docente (FID) se ha consolidado como un desafío clave para avanzar hacia una educación más equitativa e inclusiva, especialmente en la enseñanza de la matemática. El Ministerio de Educación de Chile, en su documento "Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para Carreras de Pedagogía en Matemática" (CPEIP, 2021), destaca la importancia de diseñar materiales, situaciones de aprendizaje y evaluaciones libres de sesgos de género. Se subraya, además, la urgencia de abordar las brechas de género en los logros académicos y fomentar la participación equitativa de las mujeres en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Estas acciones buscan dismantelar estereotipos que asocian esta disciplina con habilidades tradicionalmente masculinas y promueven estrategias pedagógicas inclusivas que reconozcan y valoren la diversidad de experiencias en el aula.

A pesar de estas intenciones, estudios recientes evidencian desafíos significativos en la implementación de políticas con enfoque de género dentro de la formación docente. Ocio (2023) señala que, aunque existen iniciativas aisladas en universidades españolas, persisten planes de estudio deficientes que no responden a las necesidades sociales actuales ni cumplen con las exigencias legislativas en materia de igualdad. Beirute (2023) identifica un problema similar: la falta de formación específica en género de las personas formadoras

limita su capacidad para sensibilizar y dotar de herramientas a los futuros docentes. A menudo se asume que los formadores poseen conocimientos previos sobre la temática, pero la evidencia muestra lo contrario: solo un 26% recibió formación en género durante su formación universitaria inicial, mientras que el 64% ha tenido que investigar estos temas por cuenta propia.

En este contexto, Millán La Rivera et al. (2023) añaden que la diversidad de género y sexualidad se aborda de manera superficial y fragmentada en los planes de estudio, omitiendo las tensiones y desigualdades que enfrentan los futuros docentes. Esta ausencia de discusión crítica perpetúa los estereotipos y dificulta el desarrollo de una práctica pedagógica reflexiva y equitativa. Por su parte, Carrillo (2017) y Martínez y Artiaga, (2017) coinciden en que la perspectiva de género crítica y transformadora es fundamental para dismantelar estereotipos y descolonizar el currículum. Esto implica una transformación estructural que permita a los futuros docentes cuestionar las relaciones de poder y promover prácticas educativas no sexistas, inclusivas y contextualizadas.

El movimiento feminista de 2018 en Chile marcó un hito al visibilizar la necesidad de una educación no sexista en el currículum universitario (Garrido, 2023). Este movimiento impulsó la creación de unidades de género y protocolos institucionales para abordar las desigualdades y fomentar la equidad en los espacios formativos. Sin embargo, Martínez-Galaz et al. (2024) sostienen que, aunque existen avances, persisten tensiones relacionadas con las experiencias personales de los docentes en formación y la consolidación de visiones críticas sobre la desigualdad de género. Este estudio revela que, si bien los docentes reflexionan sobre los estereotipos y la participación desigual en ámbitos científicos, aún es necesario fortalecer estrategias como el uso de lenguaje inclusivo y la generación de espacios académicos equitativos.

Asimismo, Claudio et al. (2024) plantean la necesidad de integrar los aprendizajes de la formación inicial en las culturas de los centros educativos durante los periodos de prácticas profesionales, asegurando su sostenibilidad a lo largo del tiempo. Esta propuesta busca romper con la jerarquía tradicional entre el conocimiento académico y el práctico, promoviendo un diálogo igualitario que permita a los futuros docentes aplicar sus conocimientos con enfoque de género en contextos reales.

Por lo tanto, la integración del género en la FID requiere un enfoque estructural y sostenido, que supere las iniciativas aisladas y apunte a una transformación profunda de las prácticas formativas. Esto implica capacitar a los formadores, revisar los planes de estudio y generar espacios reflexivos que permitan abordar las desigualdades desde una mirada crítica y pedagógica. Romero (2017) afirma que es imprescindible que los docentes comprendan la aplicabilidad del enfoque de género en la enseñanza, comprendiendo la FID como una piedra angular en la construcción social, histórica, política y cultural.

En conclusión, las investigaciones, políticas y movimientos sociales evidencian que la formación inicial docente debe ser un espacio prioritario para reflexionar sobre las desigualdades de género y promover prácticas educativas transformadoras. La incorporación de la perspectiva de género en la formación de profesores de matemática no solo contribuye a reducir las brechas históricas, sino que también fortalece la capacidad de los futuros docentes para generar entornos inclusivos, equitativos y críticos en su ejercicio profesional.

2. Antecedentes sobre modelación matemática

2.1 Modelación matemática como metodología de enseñanza.

La modelación matemática ha emergido como una metodología educativa fundamental que integra conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas, estimulando diversas competencias en los estudiantes. Biembengut y Hein (2004) destacan que la modelación matemática facilita la integración de las matemáticas con otras áreas del conocimiento, promueve el interés por su aplicabilidad y mejora la comprensión de conceptos matemáticos. Además, enfatizan la capacidad que desarrolla en los estudiantes para leer, interpretar, formular y resolver situaciones-problema, así como su habilidad en el uso de tecnologías como calculadoras gráficas y computadoras.

Por su parte, Peña-Páez y Morales-García (2016) subrayan que la modelación matemática involucra a los estudiantes en experimentos pedagógicos que les permiten aplicar competencias matemáticas y buscar estrategias para la resolución de problemas reales. Este enfoque no solo enriquece los contenidos programáticos mediante modelos propuestos tanto por docentes como por estudiantes, sino que también transforma el proceso

tradicional de enseñanza-aprendizaje al abrir nuevas dimensiones de análisis y aplicación de los conceptos matemáticos en contextos variados.

Gaisman (2009) por su parte, destaca cómo el uso de la tecnología en situaciones de modelación facilita la comprensión y el abordaje de problemas matemáticos complejos. Los estudiantes, al enfrentarse a problemas modelados, demuestran un interés y motivación por comprender las situaciones y buscar soluciones sin depender exclusivamente de los libros de texto, recurriendo más bien a recursos tecnológicos para explorar variables y entender las dinámicas del problema. De acuerdo con ello, Molina-Mora (2017) resalta que la modelación matemática como estrategia didáctica enriquece el aprendizaje al introducir ejemplos concretos y aplicaciones reales, como en el caso del cálculo diferencial. Véase el caso de la resignificación de los coeficientes cuadráticos en el proceso de modelación de caída libre, en contexto de formación inicial docente, llevado a cabo por Pérez (2020).

Investigaciones como las de Correa et al. (2015) y Hein y Biembengut (2006) enfatizan que la modelación matemática no solo busca mejorar la aprehensión de los conceptos matemáticos, sino también desarrollar el sentido crítico y creativo de los estudiantes, preparándolos para enfrentar problemas reales y colaborar en equipos de investigación. Este enfoque es crucial para sensibilizar a los estudiantes frente a las problemáticas sociales y fomentar su participación activa en la búsqueda de soluciones transformadoras.

En síntesis, la modelación matemática emerge como una metodología de enseñanza innovadora que no solo fortalece la comprensión de los conceptos matemáticos, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos reales y colaborar en la construcción de conocimiento matemático.

2.2 Modelación matemática y tecnología.

La relación entre la modelación matemática y tecnología, se destaca en diferentes propuestas e investigaciones. En primer lugar, el MINEDUC plantea el uso de tecnologías y softwares educativos en situaciones de modelación matemática tanto en las bases curriculares (MINEDUC, 2019), por ejemplo, destacando herramientas digitales en situaciones de modelación de fenómenos que involucran el cambio porcentual en segundo medio; como en los Estándares disciplinares para la formación docente en matemática

(CPEIP, 2021), en donde se integran medios digitales para el aprendizaje de la matemática, sobre todo por sus ventajas en la gestión de datos y visualización de diferentes registros de representación, lo cual es fundamental para comprender el comportamiento de diversos fenómenos modelados.

Por otro lado, investigaciones como la de Rodríguez y Quiroz (2016) resaltan esta relación, indicando que la tecnología permitió una reflexión dentro de los ciclos de modelación, mejorando la comprensión del fenómeno estudiado, concluyendo que la tecnología, cuando se selecciona y utiliza adecuadamente en actividades clave del proceso de modelación, se convierte en un componente esencial para la integración de la modelación matemática en ambientes de aprendizaje.

En la investigación de Villa-Ochoa et al. (2018), afirman que el análisis de un fenómeno que involucra la tasa de variación instantánea, fue facilitada en parte por el uso de tecnología, la cual contribuyó en la experimentación, representación y análisis de los datos, de modo que la integración de la modelación con las tecnologías formó un sistema de experiencias, significados y representaciones a través del cual los conceptos matemáticos adquieren sentido para las estudiantes.

Otra investigación relevante es la de Molina-Toro et al. (2018), en donde se establecen diversos subprocesos mediados por tecnología dentro de ciclos de modelación con funciones trigonométricas, la cual fue relevante para la comprensión y aplicación de conceptos. La tecnología desempeñó un papel crucial en cada fase del proceso de modelación matemática, que incluyó los siguientes subprocesos: experimentación, abstracción y resolución de problemas. Por ejemplo, en la experimentación, los estudiantes utilizaron simulaciones y datos generados por tecnología avanzada para entender y sistematizar fenómenos, como simular gráficos de movimiento para estudiar la relación entre variables como velocidad y tiempo. Finalmente, en la producción de significados se destacó el uso de la tecnología para construir modelos gráficos que representaran la variación de diferentes tipos de movimientos. Este proceso evidenció cómo la tecnología facilitó la interacción activa, la exploración profunda y la representación precisa de fenómenos matemáticos complejos durante la modelación.

En resumen, la integración de la modelación matemática y la tecnología configura un ambiente enriquecedor. Lo propuesto por el MINEDUC en sus Bases Curriculares y los Estándares disciplinares para la formación docente, destacan la importancia de las herramientas digitales en el análisis de diversos fenómenos, e Investigaciones como las de Molina-Toro et al. (2018), Rodríguez y Quiroz (2016) y Villa-Ochoa et al. (2018) subrayan cómo la tecnología facilita la experimentación, la visualización y el análisis de datos dentro de los ciclos de modelación matemática, mejorando significativamente la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos. En consecuencia, queda claro que la tecnología no solo enriquece la práctica educativa, sino que también transforma la manera en que los estudiantes comprenden y dan sentido a los fenómenos matemáticos en contextos de experimentación y aprendizaje dinámico.

2.3 Modelación matemática en la FID.

Los fundamentos de los estándares disciplinares desarrollados por el Ministerio de Educación de Chile (CPEIP, 2021) promueven la modelación matemática en la formación inicial, apuntando a que los procesos de modelación de fenómenos naturales y sociales facilitan el uso de herramientas matemáticas para entender en detalle diversas situaciones y obtener respuestas más precisas según las necesidades del problema a resolver. El desarrollo del modelo permitirá tanto explicar el fenómeno como predecir futuros eventos relacionados con él, posibilitando la discusión crítica en torno a la elección de modelos que se ajusten a las situaciones planteadas. La modelación se plantea como una habilidad transversal al desarrollo disciplinar de los estándares, por lo que se explicita que debe ser abordada en la formación inicial de docentes.

Por ejemplo, el estándar C “Probabilidades y Estadística” plantea la definición de variables aleatorias para modelar situaciones aleatorias, describiendo su comportamiento mediante funciones de probabilidad o densidad, como las distribuciones Binomial y Normal, reconociendo su importancia en el análisis y comprensión de fenómenos de incertidumbre social, cultural o científica. Del mismo modo, el estándar D de “Límites, derivadas e integrales” expone las competencias esperadas para los profesores de matemática asociadas a la enseñanza y aprendizaje del cálculo escolar, destacando que el docente debe modelar

fenómenos que involucren tasas de cambio, maximización o minimización de funciones, utilizando diversas tecnologías para comprender estos modelos.

En este contexto, la modelación matemática emerge como un componente fundamental en la formación inicial docente, considerando aspectos disciplinares como didácticos. Es esencial que las y los docentes en formación vivencien situaciones de modelación matemática, reconociendo diversos contextos para su aplicación en el aula. De este modo, el diseño de situaciones de modelación también se convierte en una actividad de gran relevancia dentro de procesos formativos.

Diversas investigaciones consideran la modelación matemática como un componente crucial en la formación de profesores, ofreciendo oportunidades para desarrollar habilidades pedagógicas y vincular la matemática con la realidad del estudiante. Ortiz y Mora (2015) destacan la relevancia de este enfoque, subrayando que los profesores en formación logran avances significativos al emplear la modelación como estrategia de enseñanza. Huincahue et al. (2017) refuerzan esta idea, proponiendo la incorporación explícita de la modelación en la formación inicial y destacando la necesidad de experiencias prácticas simultáneas. De acuerdo con esto, Pérez (2020) subraya la importancia de que el profesor en formación participe activamente en procesos de modelación matemática.

No obstante, estudios recientes advierten sobre las limitaciones que enfrentan las y los docentes en formación al abordar procesos de modelización matemática. Barquero-Ocampo et al. (2024) señalan que, aunque los participantes son capaces de manejar e interpretar datos relevantes dentro de un problema de modelización, presentan dificultades al momento de seleccionar las variables o datos que deben considerarse dentro del fenómeno a investigar. Esta situación refleja una brecha en la búsqueda y validación de información, así como en la capacidad para vincular un modelo matemático con otras situaciones problema o validar la solución obtenida. Dichas limitaciones sugieren que este tipo de actividades deben ser reforzadas en la formación inicial docente, especialmente cuando se busca que la modelación sea implementada como estrategia didáctica en su ejercicio profesional.

En esta línea, Chavarría-Vásquez y Gamboa-Araya (2024) destacan la importancia de otorgarle un lugar prioritario a la modelación matemática dentro de la enseñanza de la

disciplina. Para las autoras, la incorporación de los procesos de modelización en la formación docente resulta fundamental para el desarrollo de habilidades específicas que conecten la matemática con contextos reales. Subrayan la necesidad de implementar acciones formativas orientadas a que el profesorado adquiera las competencias necesarias para diseñar e implementar tareas de modelación que permitan al estudiantado apreciar la aplicabilidad de la matemática y comprender su contexto.

Forero (2020) complementa esta visión señalando que las experiencias de modelación en la formación de profesores constituyen oportunidades para transformar prácticas de enseñanza, fomentando su implementación en el aula. De acuerdo con Ortiz y Mora (2015), los docentes desarrollan una perspectiva funcional de la modelación e identifican las dificultades inherentes a la planificación, lo que permite una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos y genera interés en los estudiantes al dotar de significado a los objetos matemáticos.

Por su parte, Mora (2015) sostiene que la formación inicial docente debe facilitar una vinculación directa entre la disciplina matemática y el contexto del estudiante, promoviendo una visión integral en el diseño de tareas educativas. En este sentido Huincahue et al. (2017) y Forero (2020) coinciden en que la implementación de experiencias prácticas y situadas en la formación inicial permite a los docentes experimentar con situaciones de modelación y trabajar en el diseño de tareas que fomenten la discusión, la reflexión y el análisis crítico de los fenómenos abordados.

En conclusión, la modelación matemática no solo fortalece las competencias disciplinares de los docentes en formación, sino que también les permite articular la matemática con contextos sociales, culturales y educativos. Es necesario que la formación inicial promueva la participación activa en procesos de modelación y genere espacios que posibiliten reflexionar sobre los desafíos y oportunidades de su implementación en el aula, permitiendo así la resignificación del conocimiento matemático y su aplicabilidad en la enseñanza.

3. Planteamiento de la Problemática

La integración de la modelación matemática en la enseñanza se presenta como un desafío crucial, especialmente cuando se consideran las persistentes brechas de género en las áreas

de matemática y tecnología. Los antecedentes indican que, históricamente, las mujeres han enfrentado barreras significativas que afectan su desempeño y participación en estas disciplinas. Esto se debe a diversos factores, como la falta de referentes femeninos, estereotipos de género, y un acceso desigual a oportunidades educativas y profesionales.

En el contexto de la Formación Inicial Docente (FID), estas brechas adquieren una relevancia particular. La modelación matemática, que combina habilidades matemáticas y tecnológicas, es esencial para la resolución de problemas y la comprensión profunda de conceptos matemáticos. Sin embargo, dado que las mujeres han tenido históricamente menos oportunidades y apoyo en estas áreas, es posible que las futuras docentes no se sientan suficientemente preparadas para integrar la modelación matemática en sus prácticas educativas.

La necesidad de desarrollar estrategias específicas para la integración de la modelación matemática en la FID es, por tanto, urgente. Estas estrategias deben considerar la participación activa de las mujeres y abordar directamente los antecedentes desfavorables que han limitado su desempeño en matemática y tecnología.

A pesar de la importancia de este tema, no se han encontrado investigaciones que se enfoquen específicamente en el desempeño y la participación de mujeres en situaciones de modelación matemática, y menos aún en el contexto de la FID. Esta falta de investigaciones representa una brecha significativa en el conocimiento y una oportunidad para contribuir al campo de la educación desde una perspectiva de género.

La FID tiene el potencial de transformar la práctica y la realidad educativa. Si se trabaja la problemática de género con docentes en formación, es posible impactar en las brechas existentes en la escuela. Además, curricularmente, se debe trabajar la modelación con estudiantes, asegurando que esta competencia se desarrolle de manera equitativa desde los primeros niveles educativos. Abordar la modelación matemática desde una perspectiva de género en la FID no solo es relevante para mejorar la formación de las futuras docentes, sino que también es crucial para promover una enseñanza de la matemática más inclusiva y equitativa.

Para abordar esta problemática, este estudio tiene como objetivo analizar la experiencia de las mujeres en situaciones de modelación matemática dentro de la formación inicial docente. Se propone describir la experiencia de mujeres en situaciones de modelación, identificar diferencias de género presentes en entornos de FID y reconocer los aspectos y dinámicas que promueven estas diferencias. Al enfocar la investigación en estas áreas, se espera no solo proporcionar una comprensión más profunda de las barreras que enfrentan las mujeres, sino también desarrollar estrategias que promuevan una mayor equidad en la enseñanza de la modelación matemática.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General.

Analizar el escenario de modelación matemática dentro de la formación inicial docente, mediante la perspectiva feminista.

4.2 Objetivos específicos.

1. Diseñar e implementar una situación de modelación matemática que aborde un fenómeno que permita evidenciar dinámicas de género
2. Describir la experiencia de mujeres en una situación de modelación matemática en contexto de la formación inicial docente
3. Analizar cómo incide la experiencia de mujeres en situaciones de modelación matemática dentro de la formación inicial docente

Capítulo II: Marco referencial

1. Concepto de Género en Matemáticas

El concepto de género en matemáticas, entendido desde una perspectiva feminista, cuestiona las estructuras históricas y culturales que han consolidado la matemática como un campo de dominio masculino. Esta perspectiva reconoce que el conocimiento matemático no es neutral, sino que está influenciado por dinámicas sociales y de poder que han excluido sistemáticamente las voces y experiencias de las mujeres. Rodríguez-Salamanca (2020) destaca la necesidad de revisar los marcos epistemológicos y descolonizar los saberes científicos, visibilizando las contribuciones históricas de las mujeres y reconociendo el valor de sus experiencias en la construcción del conocimiento.

La invisibilización de las mujeres en matemáticas no solo ha limitado su participación en la producción de saberes, sino que también ha perpetuado estereotipos que asocian la matemática con la racionalidad y la objetividad masculinas. Como señala Espinosa-Guia (2021), esta narrativa ha naturalizado la ausencia de las mujeres en la historia matemática y consolidado un sesgo androcéntrico que desvaloriza sus aportes. Ejemplos históricos como el de Sophie Germain —quien publicó bajo seudónimos masculinos— evidencian cómo las barreras culturales y de género condicionan el reconocimiento de las mujeres en la ciencia y las matemáticas.

Posicionarse desde una perspectiva feminista implica comprender que la matemática es también una construcción cultural que debe ser cuestionada y resignificada. Esta mirada crítica permite desafiar las estructuras patriarcales que han delimitado qué saberes son válidos y quiénes pueden producirlos. Solsona et al. (2021) proponen ampliar el currículo y las prácticas educativas para incluir experiencias situadas, donde las voces de las mujeres sean legitimadas como agentes activas en la creación del conocimiento matemático. Al hacerlo, no solo se reconoce su participación, sino que también se enriquecen las matemáticas al integrarlas con fenómenos social y culturalmente relevantes.

En este sentido, entender el género en matemáticas desde una perspectiva feminista implica asumir un compromiso con la equidad epistémica y con una transformación cultural del campo. Este enfoque cuestiona las dinámicas excluyentes del pasado y del presente y promueve prácticas educativas inclusivas que resignifican la relación entre género y matemática. Al validar las experiencias y saberes de las mujeres, se rompe con la percepción tradicional de la matemática como un espacio neutral y exclusivo, transformándola en un campo abierto, plural y culturalmente relevante.

2. Epistemología Feminista

La incorporación de mujeres en la matemática y ciencias ha sido un catalizador de transformación en el ámbito académico, generando nuevas preguntas, teorías y métodos que han permitido una revisión crítica del conocimiento establecido. Ceballos (2021) afirma que la entrada de estas mujeres no solo evidenció el papel crucial del género en estas transformaciones, sino que también subrayó la necesidad de cuestionar y reconfigurar las disciplinas desde una epistemología diferente. Aunque el feminismo es un movimiento heterogéneo con múltiples corrientes y enfoques, estas autoras identifican dos puntos de consenso fundamentales. El primero es que el género, en interacción con otras categorías como la clase, la raza, y la sexualidad, actúa como un organizador social que estructura las relaciones y jerarquías dentro de la sociedad. El segundo consenso es la convicción de que no basta con comprender la vida social desde una perspectiva teórica; es esencial tomar acciones concretas para hacerla más equitativa (Ceballos, 2021; Echeconea y Mansilla, 2019). Estos consensos reflejan el impacto profundo y multifacético que las epistemologías feministas han tenido en la evolución de las ciencias y matemáticas, proponiendo no solo

una reinterpretación del conocimiento, sino también un compromiso activo con la justicia social.

La presencia de mujeres en la filosofía, historia y didáctica de las ciencias y matemáticas es crucial para una comprensión integral y equitativa del desarrollo científico y matemático. Solsona, Quintanilla y Ariza (2021) argumentan que la filosofía de las ciencias con una perspectiva de género destaca cómo los valores sexistas han moldeado la producción del conocimiento. Esta revisión crítica permite visibilizar contribuciones históricas de mujeres y cuestionar cómo el contexto social ha influido en la ciencia y la matemática. Angós (2021) refuerza esta idea al sostener que la inclusión de perspectivas femeninas en la historia y filosofía de las ciencias enriquece el conocimiento científico y ayuda a redefinir las narrativas dominantes. Según Angós, una historia más inclusiva y diversa es esencial para una comprensión precisa del desarrollo de estos campos.

En el ámbito de la didáctica, Saravia y Araya (2017) subrayan que integrar una perspectiva de género puede transformar los currículos de ciencias y matemáticas para reflejar de manera más equitativa la participación y aportaciones de todos los géneros. Este enfoque no solo reconoce las desigualdades existentes, sino que también trabaja para superarlas, fomentando un ambiente educativo más inclusivo y equitativo. Espinosa-Guía (2010) añade que la perspectiva feminista puede ofrecer enfoques pedagógicos más inclusivos y sensibles a las experiencias diversas de los estudiantes, promoviendo una educación matemática crítica y equitativa.

Ceballos (2021) sostiene que la epistemología feminista se distingue por su énfasis en la importancia de la comunidad científica, contrarrestando la visión tradicional que privilegia el individualismo y centra al investigador como el principal agente de conocimiento. Este enfoque resalta cómo la ciencia no es una actividad aislada ni objetiva en su totalidad, sino que está profundamente entrelazada con las formas de pensar y sentir de la sociedad. Según Ceballos (2021), es razonable considerar que las ideas, emociones, valores y ambiciones humanas también influyen en la práctica y teorización científica, desafiando la noción de una ciencia completamente imparcial y objetiva. Esta perspectiva resalta la necesidad de una visión más inclusiva y comunitaria del conocimiento científico, donde las experiencias y

valores de diversos grupos, especialmente aquellos marginados, sean reconocidos y valorados en el proceso de generación del conocimiento.

Dentro de las múltiples epistemologías que analizan las ciencias y matemáticas desde una perspectiva feminista, se observa una coincidencia en ciertos aspectos fundamentales que enriquecen el enfoque tradicional. En primer lugar, todas ellas coinciden en destacar el carácter situado del conocimiento y la práctica tecno científica, lo que implica un reconocimiento de cómo el contexto influye en la producción y aplicación del conocimiento. Este carácter situado se refiere a la forma en que el conocimiento se genera y a quién afecta, reconociendo que no es neutral ni universal, sino que está condicionado por las circunstancias y experiencias particulares de quienes lo producen (Blanco, 2014). Además, subrayan la relevancia del sujeto de conocimiento, resaltando la importancia de las diferencias entre los individuos que participan en estos procesos, lo cual lleva a una comprensión más diversa y completa de la realidad. Finalmente, las epistemologías feministas destacan las implicaciones políticas de la tecno ciencia, sugiriendo que el conocimiento no solo es un reflejo de la realidad, sino también un medio para influir en las estructuras de poder existentes (Blanco, 2014). Estos elementos son esenciales para una crítica profunda y una reformulación de cómo entendemos y enseñamos las ciencias y matemáticas.

En conclusión, desde esta perspectiva, se considera fundamental el desarrollo de epistemologías feministas, para el desarrollo de la matemática, la ciencia y la tecnología. Integrar estos elementos en la formación docente permitiría construir un entorno educativo que valore las contribuciones de todos los géneros y promueva una enseñanza equitativa. Incorporar las aportaciones de mujeres en la historia, filosofía y didáctica de las ciencias y matemáticas no solo enriquece el conocimiento, sino que también contribuye a una mayor representación y equidad en el ámbito académico. Este enfoque permitirá desarrollar competencias docentes que reconozcan y valoren la diversidad de experiencias y contribuciones en estos campos, preparando a los futuros educadores para enfrentar y superar las brechas históricas y actuales en la educación matemática y científica.

3. Evaluación de tecnologías en contexto de modelación matemática

De acuerdo con Rodríguez y Quiroz (2016), la incorporación de tecnologías en la modelación matemática juega un papel crucial en la conexión entre los aspectos analíticos (respuestas matemáticas) y los datos que ofrece la tecnología (respuestas físicas). Cuando se aplica de manera estratégica durante el proceso de modelación, la tecnología se convierte en una herramienta esencial para vincular diferentes fases del ciclo de modelación matemática. Además, la tecnología no sólo es relevante sino que resulta fundamental para establecer conexiones significativas entre diversos ámbitos, como el real, el físico y el matemático, apoyando de manera sustancial la experiencia práctica.

Para evaluar el uso de tecnologías en experimentos de aula, adoptamos la perspectiva de (Artigue, 2002), quien sugiere una evaluación pragmática basada en la eficiencia, el coste y el campo de validez. Artigue también enfatiza que las tecnologías deben ser evaluadas en términos de su valor epistémico, es decir, su contribución al conocimiento matemático disciplinar durante su integración en el aula. Las tecnologías aportan significativamente a la comprensión de los conceptos matemáticos involucrados, convirtiéndose en un recurso para cuestionar y profundizar en la construcción de dicho conocimiento.

Gaona (2018) complementa esta visión al definir seis dimensiones para la evaluación: valor pragmático, valor epistémico, alineación curricular, costos, flexibilidad de los recursos y participación. Su análisis se centra en la toma de decisiones sobre la integración de tecnologías en el aula, destacando que el valor epistémico no es una característica intrínseca de la tecnología misma, sino que se puede evaluar en función de las tareas que facilitan. Por tanto, es crucial que la tecnología interactúe de manera disciplinar en las implementaciones de aula, tanto en términos matemáticos como científicos, utilizando notaciones y elementos estructurales de la disciplina para promover un diálogo constante.

4. Modelación matemática desde una perspectiva sociocultural

En el siguiente apartado se explora la modelación matemática desde una perspectiva sociocultural que abarca varias dimensiones relevantes en la educación matemática. Se comenzará abordando los fundamentos y procesos de la modelación matemática, destacando su capacidad para relacionar la matemática con la realidad a través de la

construcción y análisis de modelos que representan fenómenos del mundo real. A continuación, se profundizará en la pertinencia cultural del conocimiento matemático y el rol de la modelación como un medio que permite integrar contextos culturales y sociales para enriquecer la enseñanza. Finalmente, se abordan las perspectivas socio crítica y socio epistemológica de la modelación matemática, resaltando la interacción y re significación del conocimiento matemático a través de la práctica social, y cómo este enfoque contribuye a una educación matemática que promueve una comprensión crítica y contextualizada de los fenómenos estudiados.

La modelación matemática es un proceso que permite relacionar la matemática con la realidad a través de la construcción y análisis de modelos que representan fenómenos del mundo real (Niss, 2012). Este proceso implica el uso de ciclos de modelación que incluyen la identificación de un problema real, la formulación de un modelo matemático, el análisis y la interpretación de los resultados, y la validación y refinamiento del modelo (Blum y Leib, 2005). Además, la modelación no se limita a un solo tipo de modelo, sino que permite la construcción de diversos tipos, como modelos algebraicos, gráficos y tabulares, para representar distintos aspectos del fenómeno en estudio (Blomhøj y Jensen, 2003).

Kaiser y Sriraman (2006) destacan la importancia de considerar diferentes perspectivas de modelación, como la educativa, epistemológica y realista, entre otras, cada una con sus propios objetivos y contextos específicos. La perspectiva educativa se centra en el desarrollo de habilidades de modelación en los estudiantes, mientras que la epistemológica se enfoca en la naturaleza del conocimiento matemático generado a través del proceso de modelación. Por otro lado, la perspectiva realista pone énfasis en la conexión directa entre los modelos matemáticos y los fenómenos reales que buscan representar. En este contexto, los ciclos de modelación juegan un papel fundamental, ya que permiten estructurar el proceso en etapas de construcción, análisis, interpretación y validación de modelos.

La modelación matemática tiene un componente predictivo crucial, que permite anticipar el comportamiento futuro de los fenómenos bajo determinadas condiciones, lo cual es esencial en campos como la ingeniería, las ciencias sociales y las ciencias naturales (Biembengut, 2007; Blomhøj, 2004). Este enfoque no solo se limita a describir fenómenos, sino que también facilita la construcción de modelos que apoyan la toma de decisiones en

diversos contextos. Además, en la enseñanza de las matemáticas, la modelación promueve una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos matemáticos, permitiendo a los estudiantes apreciar la utilidad de la matemática en la resolución de problemas reales (Niss y Blum, 2020).

En el contexto de la educación matemática, es cada vez más evidente la necesidad de conectar las matemáticas escolares con contextos, fenómenos y situaciones de la vida cotidiana, así como con la sociedad y la cultura. Esta conexión es fundamental para alcanzar los diversos objetivos que se han establecido para la Educación Matemática (Villa-Ochoa, 2012). La matemática, entendida desde una perspectiva culturalmente relevante, no solo enriquece el aprendizaje, sino que también lo hace más significativo y aplicable a la vida de los estudiantes.

D'Ambrosio (2001) destaca que la matemática es un producto cultural que refleja las prácticas y necesidades de diferentes comunidades. Según este autor, el conocimiento matemático no es un conjunto de conceptos abstractos y universales, sino que está profundamente enraizado en las prácticas culturales de diversos grupos. D'Ambrosio (2009) amplía esta idea al vincular la cultura con el sistema de conocimientos, argumentando que el conocimiento individual es discutido y analizado en términos de su compatibilidad con el conocimiento socialmente compartido. La cultura de un grupo se define por las interrelaciones entre un conocimiento compartido, un comportamiento compatible y un sistema de valores acordado, transformándose en un cuerpo de conocimientos que responde a las necesidades y deseos de los miembros del grupo.

Villa-Ochoa et al. (2010) resalta que la inclusión de la cultura en la enseñanza matemática no solo enriquece el proceso educativo, sino que facilita una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. Relacionar la matemática con la cultura permite conectar los conocimientos previos de los estudiantes con los nuevos conceptos, mejorando así su comprensión e interés en la materia. Villa-Ochoa, Rosa y Gavarrete (2018) amplían esta perspectiva al destacar cómo las prácticas matemáticas presentes en la cotidianidad de diferentes grupos culturales contribuyen a una visión sociocultural de la matemática. Según ellos, la matematización de estas prácticas no solo ayuda a entender la utilidad de los modelos matemáticos en contextos específicos, sino que también resalta la importancia de

las “relaciones de uso” de dichos modelos para el estudio y comprensión de fenómenos reales. Este enfoque se alinea con la idea de que el acto de modelación debe ser considerado como una práctica social que involucra la construcción y uso de modelos en función de las necesidades e intereses culturales.

Por su parte, Parra (2015) sostiene que una educación matemática culturalmente relevante puede contribuir a la equidad al reconocer y valorar las diversas contribuciones culturales al conocimiento matemático. Este enfoque aborda las brechas educativas al asegurar que todos los estudiantes vean sus culturas reflejadas en el currículo y en la práctica matemática.

La necesidad de abordar la modelación matemática desde una perspectiva sociocultural es fundamental para potenciar múltiples aspectos de la educación matemática. Integrar esta perspectiva permite la consideración de los intereses y necesidades de estudiantes, promoviendo una mayor equidad en el aula al reconocer y valorar las diversas prácticas sociales y culturales. Al conectar la matemática con las realidades culturales y sociales de los alumnos, se fomenta una educación matemática que no solo enriquece el conocimiento matemático, sino que también releva la importancia cultural del mismo.

Por otra parte, la perspectiva socio crítica de la modelación matemática enfatiza el uso de las matemáticas no solo como herramienta para resolver problemas, sino como un medio para cuestionar y transformar la realidad social. Según Gómez et al. (2015), esta perspectiva integra tres componentes clave: la matemática crítica, que busca desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar críticamente los fenómenos sociales; la etnomatemática, que valora los conocimientos matemáticos en contextos culturales específicos; y la educación problematizadora, inspirada en Paulo Freire, que promueve la reflexión y el cuestionamiento de la realidad como parte del proceso educativo.

Skovsmose (1999) identifica tres tipos de conocimiento que son fundamentales en la modelación matemática desde una perspectiva crítica: el conocimiento matemático, que se refiere a las habilidades y conceptos propios de la disciplina; el conocimiento tecnológico, que abarca la aplicación de las matemáticas para lograr objetivos específicos; y el conocimiento reflexivo, que permite evaluar las implicaciones éticas y sociales de las aplicaciones matemáticas. Estos tipos de conocimiento no solo facilitan la comprensión de

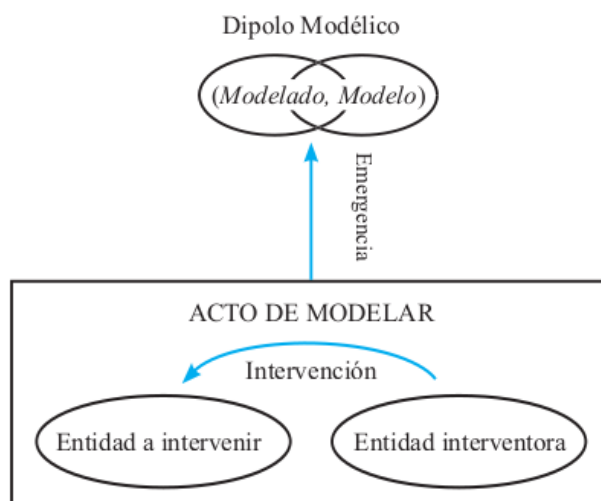
los modelos matemáticos, sino que también potencian la capacidad crítica de los estudiantes para cuestionar las estructuras y realidades sociales.

Para integrar la modelación socio crítica en el aula, Salazar et al. (2017) y Gómez et al. (2015) proponen varios elementos esenciales. El maestro debe actuar como orientador, guiando a los estudiantes en el proceso de cuestionar y analizar problemas cotidianos desde una perspectiva matemática. Los estudiantes, por su parte, son vistos como actores sociales activos, responsables de utilizar las matemáticas como herramienta para la transformación social. Además, es fundamental utilizar problemas extraídos de la realidad cotidiana, que permitan a los estudiantes aplicar sus conocimientos matemáticos para cuestionar y comprender su entorno.

Valero (2010) refuerza esta visión al destacar la importancia de entender la educación matemática como un proceso político y cultural, en el que se construyen significados que van más allá del aula. De manera similar, Barbosa (2006) y Araújo (2012) subrayan la necesidad de una educación matemática que no solo se enfoque en la resolución de problemas, sino en la formación de ciudadanos críticos capaces de cuestionar la realidad social en la que viven. Es fundamental entender que el estudio de la matemática tiene el potencial de empoderar a quienes tienen acceso a estudiarla, considerándola una herramienta para la transformación social y política (Valero et al., 2015).

Finalmente, la perspectiva socio epistemológica de la modelación matemática plantea que el conocimiento matemático se construye y resignifica constantemente a través de la interacción y la práctica social. Según Arrieta y Díaz (2015), la modelación desde esta perspectiva se constituye por la articulación de dos entes: el modelo y lo modelado, que al interactuar generan una nueva entidad denominada dipolo modélico (DM). Este proceso no solo permite entender y predecir fenómenos, sino que también resignifica los objetos matemáticos, como lo expone Carmona y Correa (2019), donde los objetos matemáticos se reinterpretan a través del acto de modelar.

Figura 4: La modelación: el acto de modelar, el modelo, lo modelado y el dipolo modélico (Arrieta y Díaz, 2015)



La construcción de redes de dipolos modélicos, tal como lo describen Pérez-Vera (2020) y Arrieta y Díaz (2015), fortalece la comprensión de fenómenos matemáticos al permitir que cada dipolo exprese diferentes características del fenómeno. Esta red, al ser articulada, no solo proporciona un modelo general que permite comprender el fenómeno, sino que también habilita a hacer predicciones y tomar decisiones en base a su interacción con ella. Asimismo, se resalta el papel del sujeto epistémico en la interpretación y resignificación del fenómeno, destacando la importancia de la experimentación como un proceso central en la modelación (Huinchahue-Arcos et al., 2017).

La práctica social emerge como un elemento fundamental en esta perspectiva, ya que el conocimiento matemático se construye y se resignifica continuamente a través de su uso en contextos sociales. Montiel y Buendía (2012), enfatizan que la resignificación es un proceso continuo y que las prácticas sociales de referencia deben desarrollarse con la intención de favorecer esta significación evolutiva. En este contexto, la socio epistemología no solo busca la aplicación de las matemáticas, sino que también valora el ejercicio de la modelación por sí mismo, como un medio para la construcción social del conocimiento matemático.

A nivel educativo, esta perspectiva implica que los estudiantes deben ser vistos como sujetos epistémicos que construyen y resignifican el conocimiento a través de la modelación. Como sugieren Arrieta y Díaz (2015), y Pérez-Vera (2020), es esencial que los futuros docentes vivan experiencias de modelación que les permitan desarrollar estas competencias, no solo para entender los fenómenos matemáticos, sino para integrar estas herramientas en su

futura práctica educativa, alineando así su formación con los desafíos de su rol como educadores.

5. Competencias necesarias en la formación inicial docente

5.1 Competencias relativas a la inclusión de la perspectiva de género en la FID.

En el contexto de la formación inicial docente en Chile, tanto las competencias establecidas por el Ministerio de Educación (MINEDUC) como las propuestas por la investigación académica desempeñan un papel crucial en la promoción de una educación inclusiva y equitativa. A continuación, se presenta un análisis cohesivo de estas competencias, abordando primero las propuestas ministeriales y luego las derivadas de la investigación académica.

El Ministerio de Educación de Chile ha delineado un conjunto de competencias clave para asegurar que la formación docente promueva la igualdad de género y la inclusión. En el "Plan de Educación para la Igualdad de Género 2015-2018", se resalta la importancia de integrar una perspectiva de género en los currículos educativos para mitigar las brechas existentes y fomentar un entorno de aprendizaje equitativo (MINEDUC, 2023b). Este plan enfatiza que los futuros docentes deben ser capacitados para crear ambientes inclusivos que respeten la diversidad de género y promuevan la participación equitativa de todos los estudiantes.

El Marco General de Educación Inclusiva (MINEDUC, 2023a) amplía esta visión, destacando la necesidad de que los docentes en formación desarrollen habilidades para identificar y abordar desigualdades de género y para aplicar prácticas pedagógicas que desafíen estereotipos y fomenten la equidad. Estas competencias están orientadas a asegurar que la educación no solo cumpla con los estándares inclusivos, sino que también responda a los desafíos contemporáneos en el ámbito educativo.

La investigación académica ofrece perspectivas adicionales sobre las competencias necesarias para una formación inicial docente con perspectiva de género. Garrido (2023) aporta una mirada crítica desde el movimiento feminista, señalando que las brechas en la formación docente en género requieren una revisión profunda de los enfoques pedagógicos

y curriculares actuales. Garrido argumenta que es esencial promover una educación que no solo integre la perspectiva de género, sino que también desafíe las estructuras tradicionales que perpetúan la desigualdad.

Leite et al., (2024) proponen la implementación del aula feminista como un enfoque transformador para una enseñanza equitativa. Su investigación destaca la necesidad de crear entornos educativos que fomenten la participación activa y reflexiva de todos los estudiantes, desafiando las normas de género preexistentes y promoviendo la equidad en el aprendizaje. Este enfoque sugiere una reestructuración de los métodos de enseñanza y evaluación para asegurar que todos los estudiantes tengan las mismas oportunidades de éxito.

Patarroyo-López, (2022) promueve competencias prácticas para una formación inicial docente con perspectiva de género, enfocándose en la necesidad de desarrollar habilidades específicas para identificar y abordar las desigualdades en el aula. López argumenta que es fundamental que los docentes en formación adquieran competencias que les permitan promover una educación inclusiva y equitativa, adaptando sus prácticas pedagógicas para responder a las necesidades diversas de sus estudiantes.

Martínez y Artiaga (2017) abordan la metodología cualitativa y el feminismo, ofreciendo nuevos enfoques para la formación docente. Su investigación subraya la importancia de incorporar metodologías que consideren las experiencias y perspectivas de género, promoviendo una comprensión más profunda de las dinámicas de poder y desigualdad en el aula. Estas metodologías cualitativas permiten una reflexión crítica sobre las prácticas educativas y su impacto en la equidad de género.

Además, Sánchez-Compañía et al., (2018) destacan la importancia de desarrollar una conciencia de género en educación STEM, identificando desafíos y oportunidades para promover la equidad en estas áreas. Su trabajo enfatiza la necesidad de visibilizar las contribuciones de mujeres en ciencias y matemáticas, y de crear entornos educativos que apoyen la participación equitativa de todas las personas en campos tradicionalmente dominados por hombres.

Finalmente, Blanco (2014) y Saravia y Araya (2017) contribuyen a la discusión sobre la integración de la perspectiva de género en la educación matemática. Blanco resalta la importancia de ofrecer oportunidades para que todos los estudiantes desarrollen su pensamiento matemático sin discriminación, mientras que Saravia y Araya abogan por una educación matemática crítica que incluya principios de justicia social y deconstrucción de género.

El análisis de las competencias propuestas por el MINEDUC y las recomendaciones de la investigación académica revela un esfuerzo concertado para mejorar la formación inicial docente en términos de equidad de género e inclusión. Mientras que el MINEDUC se enfoca en establecer directrices y competencias específicas para una educación inclusiva, los aportes académicos ofrecen estrategias prácticas y enfoques críticos para implementar estos principios en el aula. La convergencia de estas perspectivas subraya la necesidad de una formación docente integral que no solo cumpla con los requisitos políticos, sino que también responda a los desafíos contemporáneos con una visión crítica y transformadora.

5. 2 Competencias relativas a la modelación matemática en la FID.

La incorporación de la modelación matemática en la formación inicial docente ha demostrado ser crucial para el desarrollo de competencias clave en futuros educadores. Huincahue, Borromeo y Mena (2017) enfatizan la necesidad de integrar la modelación de manera explícita en la formación inicial, destacando que la experiencia práctica simultánea es fundamental para que los docentes en formación puedan adaptarse a las demandas educativas específicas. Esta integración permite que los futuros profesores adquieran una comprensión funcional de la modelación y las habilidades necesarias para enfrentar desafíos durante la planificación didáctica (Ortiz y Mora, 2015).

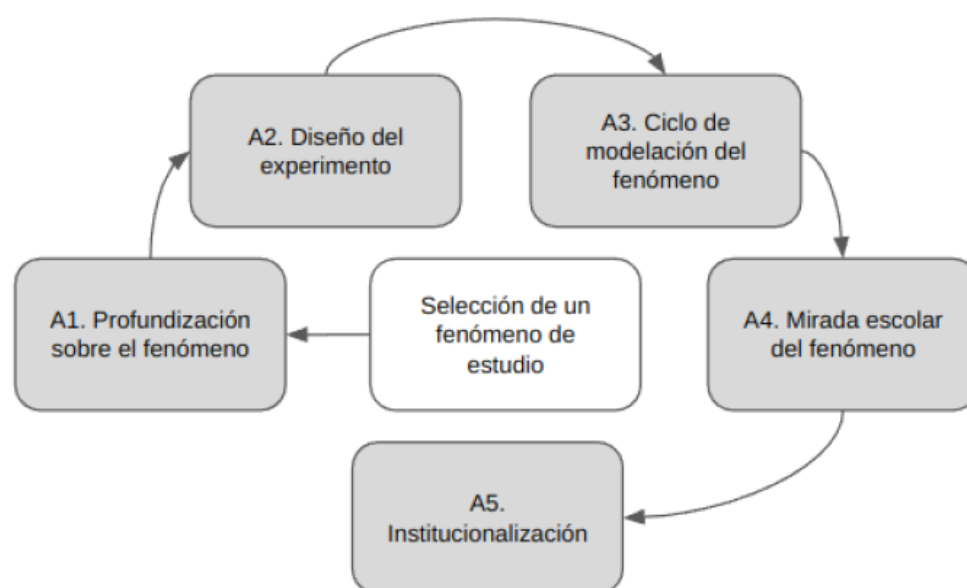
Forero (2020) subraya que las experiencias fenomenológicas proporcionan valiosas oportunidades para transformar las prácticas de enseñanza, permitiendo a los docentes en formación explorar y aplicar la modelación de manera efectiva. Este enfoque facilita el desarrollo de competencias que van más allá de la teoría, permitiendo una aplicación práctica y contextualizada de los conocimientos adquiridos. Además, Pérez (2020) destaca el papel activo que deben desempeñar los profesores en formación durante los procesos de

modelación, subrayando que la participación activa en estos procesos es crucial para el desarrollo de competencias en la modelación.

Mora (2015) resalta la importancia de vincular la disciplina matemática con el contexto del estudiante, considerando que la enseñanza de contenidos matemáticos puede ser compleja. Esta conexión permite a los futuros docentes contextualizar y adaptar la modelación a las necesidades específicas de sus estudiantes, superando así los desafíos asociados con su integración en la práctica educativa. En conjunto, la incorporación efectiva de la modelación en la formación inicial docente no solo aborda las dificultades inherentes, sino que también promueve el desarrollo de competencias esenciales para la enseñanza matemática.

En este sentido, cabe mencionar el desarrollo de una serie de competencias de modelación matemática en la formación inicial docente (FID), propuesta por Pérez Vera y Salazar Cortez (2024). Esta propuesta se encuentra estructurada en cinco fases: (1) Profundización sobre el fenómeno, (2) Diseño del experimento, (3) Ciclo de modelación del fenómeno, (4) Mirada escolar del fenómeno, y (5) Institucionalización. Cada una de estas fases está diseñada para guiar a las y los docentes en formación en un proceso progresivo y reflexivo, donde no solo construyen conocimiento matemático, sino que también desarrollan competencias críticas en torno al diseño de situaciones de modelación y su proyección al aula escolar.

Figura 5: Actividades para el diseño de una situación de aprendizaje en un contexto de modelación matemática escolar (Pérez-Vera y Salazar Cortez, 2024a)



En este proceso, las y los futuros docentes fortalecen habilidades clave como el análisis matemático, el uso de tecnologías, la reflexión didáctica y la capacidad de integrar fenómenos reales en su proyección a la práctica educativa. La estructura fomenta un enfoque integrador, donde la matematización de fenómenos situados promueve la conexión entre el conocimiento matemático y su significado en contextos educativos y culturales.

Desde la teoría socio epistemológica de la modelación matemática, esta estructura resulta coherente al centrar la discusión en la construcción del conocimiento matemático, entendido como un proceso social y contextual. Al conectar el fenómeno con su resignificación escolar, se favorece la reflexión crítica sobre los saberes matemáticos, permitiendo a los docentes en formación desarrollar una visión amplia e inclusiva de la enseñanza, alineada con las realidades y necesidades del aula.

Capítulo III: Marco Metodológico

1. Paradigma cualitativo de la investigación con enfoque socio crítico

El presente estudio se basa en un enfoque cualitativo con un paradigma socio crítico, lo que implica no sólo el análisis de la problemática sino también una intención explícita de transformación del entorno estudiado. La perspectiva socio crítica de la investigación busca comprender las relaciones sociales desde una perspectiva que identifique y cuestione las desigualdades, especialmente aquellas relacionadas con el género (Navas, 2013). Según Blazquez-Graf et al. (2010), este tipo de enfoque no solo reconoce la existencia de relaciones sociales desiguales, sino que se enfoca en cómo la educación y la investigación pueden ser herramientas para transformar dichas desigualdades. La perspectiva socio crítica también está alineada con la propuesta feminista, la cual integra la comprensión de las estructuras sociales, económicas y políticas que perpetúan la dominación, lo cual es clave en el análisis de fenómenos relacionados con el género.

2. Alcance de la investigación

La investigación tiene un alcance exploratorio-descriptivo, lo cual se define por la necesidad de abordar un fenómeno poco estudiado, como lo son las diferencias o sesgos de género en situaciones de modelación matemática, específicamente dentro de la formación inicial

docente. Este enfoque exploratorio permite proporcionar una referencia general de la temática, formulando preguntas y estableciendo hipótesis iniciales sobre el tema (Morales, 2015; Ramos Galarza, 2020). En este caso, se pretende describir las características de las diferencias de género y los sesgos presentes en las experiencias de modelación matemática, así como indagar cómo estas diferencias pueden influir en los contextos educativos y en la percepción y resistencia de los futuros docentes.

El alcance descriptivo, por otro lado, busca describir en detalle la experiencia de las mujeres en situaciones de modelación matemática, identificando cómo estas experiencias pueden diferir de las de sus pares hombres y cómo los sesgos de género pueden manifestarse en la práctica docente. Este enfoque permite realizar un análisis detallado de las representaciones subjetivas y las experiencias vividas de las participantes, con el objetivo de exponer sus características y su impacto en la formación inicial docente (Leal, 2000; Macías, 2018). La combinación de estos enfoques es adecuada para proporcionar un primer acercamiento y comprensión integral de la problemática de género en la modelación matemática en la formación inicial docente.

3. Diseño fenomenológico feminista

El diseño de la investigación se enmarca dentro de la fenomenología feminista, lo cual implica analizar las experiencias subjetivas de los participantes desde una perspectiva crítica y de género. La fenomenología feminista se distingue por su interés en explorar experiencias vividas de manera “encarnada”, es decir, considerando cómo el cuerpo y las relaciones sociales afectan la experiencia de los individuos (Jiménez-Cortés, 2021). Según Leal (2000), el método fenomenológico permite abordar la realidad desde el marco de referencia interno del individuo, comprendiendo sus experiencias, percepciones y recuerdos. Esta aproximación resulta particularmente útil en el análisis del fenómeno de la menstruación, dado que se trata de una experiencia profundamente subjetiva y que involucra significados sociales y culturales que afectan cómo se percibe y vive el fenómeno.

El diseño fenomenológico feminista, según Jiménez-Cortés (2021), trabaja estrechamente con descripciones en primera persona sobre experiencias humanas específicas, buscando iluminar la complejidad de los mundos de las personas participantes y profundizar en la

comprensión de la condición humana. De este modo, este estudio busca capturar cómo los profesores en formación experimentan, interpretan y reaccionan ante la modelación del ciclo menstrual, considerando no solo sus conocimientos matemáticos, sino también sus valores, creencias y prejuicios respecto al fenómeno.

4. Muestra investigativa

La muestra de la investigación estuvo conformada por 14 profesores en formación, todos ellos cursando el séptimo semestre o niveles superiores de la carrera de Licenciatura en Pedagogía en Matemáticas de una universidad de la Región Metropolitana. Esta selección responde a la necesidad de trabajar con estudiantes que ya cuentan con una base sólida en matemáticas y pedagogía, lo que les permite interactuar con el fenómeno desde una perspectiva crítica y reflexiva. Además, su nivel académico asegura que los participantes puedan enfrentarse al ciclo de modelación matemática propuesto con las competencias matemáticas y didácticas necesarias para abordar el fenómeno del ciclo menstrual en un contexto escolar.

La participación fue voluntaria, permitiendo un espacio de autonomía en la selección de los participantes y asegurando su disposición a involucrarse en un proceso de modelación matemática que integrara un fenómeno social y biológico relevante. La muestra estuvo compuesta por 8 hombres y 6 mujeres, lo que ofreció la posibilidad de explorar no solo los resultados de la modelación matemática, sino también las dinámicas relacionales y las percepciones asociadas al fenómeno, especialmente desde la perspectiva de género.

5. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron diversos instrumentos, todos alineados con la metodología cualitativa y la perspectiva feminista. El primer instrumento fue la implementación de una situación de modelación matemática que analizaba el fenómeno de la menstruación. Esta implementación buscaba observar cómo los participantes reaccionaron ante el análisis de este fenómeno, el cual está íntimamente relacionado con personas menstruantes, en su mayoría mujeres. Durante la implementación, se observó no solo el proceso de modelación matemática llevado a cabo por los participantes, sino también sus actitudes y reacciones hacia el fenómeno de estudio.

Adicionalmente, se llevaron a cabo observaciones de campo participativas, lo cual permitió un acercamiento directo a las interacciones y reflexiones de los participantes durante las actividades de modelación. Según Stasiejko et al. (2009), la triangulación de datos es fundamental para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados en investigaciones cualitativas, permitiendo contrastar los datos obtenidos de diferentes instrumentos para enriquecer las conclusiones. En este estudio, la triangulación se logró mediante la integración de los datos recolectados a través de la observación participativa y los productos generados por los participantes durante la situación de modelación.

6. Estructura del diseño de la situación de modelación

La investigación implementa una situación de modelación matemática basada en la estructura propuesta por Pérez-Vera y Salazar-Cortez (2024a), adaptada para abordar el fenómeno del ciclo menstrual desde una perspectiva feminista y crítica.

El fenómeno del ciclo menstrual fue elegido como eje central del estudio en respuesta al primer objetivo específico: "Diseñar e implementar una situación de modelación matemática que aborde un fenómeno que permita evidenciar dinámicas de género". A diferencia de la experiencia tradicional del curso (presentado en Pérez-Vera y Salazar-Cortez (2024a)), que se enfoca en fenómenos físicos como el movimiento del péndulo o el tiro parabólico, el ciclo menstrual constituye un fenómeno propio de la experiencia femenina. Esta elección rompe con la neutralidad aparente de los fenómenos usualmente abordados y pone en evidencia dinámicas de género, promoviendo el análisis en torno a la experiencia femenina como un eje central para la formación docente y la resignificación del conocimiento matemático.

Esta estructura organiza el diseño de la situación en cinco actividades secuenciales:

- Actividad 1. El fenómeno y sus principales características: Se inicia con una exploración del ciclo menstrual como fenómeno biológico y socialmente relevante. Los participantes reflexionan sobre las principales características del fenómeno y discuten su pertinencia como objeto de modelación matemática.

- Actividad 2. El fenómeno, los datos que nos ofrece y cómo obtenerlos: En esta etapa, los participantes identifican las variables matemáticas del ciclo menstrual, como la temperatura basal corporal. Se introduce la toma de datos mediante tecnologías (herramientas digitales como GeoGebra) y se discute la importancia de la recolección rigurosa de datos.
- Actividad 3. Representaciones del fenómeno: Los participantes construyen representaciones tabulares, algebraicas y gráficas del ciclo menstrual. Esta actividad promueve la discusión sobre qué representaciones son más adecuadas y cómo estas pueden reflejar la realidad del fenómeno.
- Actividad 4. Hacia un modelo escolar del fenómeno: Se fomenta la creación de un modelo matemático que permita predecir las variaciones del ciclo menstrual. Durante este proceso, se integran reflexiones sobre el papel de las mujeres como agentes de conocimiento y se cuestiona la neutralidad de los modelos matemáticos.
- Actividad 5. Reflexiones finales: La situación concluye con una reflexión crítica sobre el proceso de modelación, el papel del género en la construcción del conocimiento matemático y las proyecciones de esta experiencia al aula. Se discute la relevancia de abordar fenómenos contextualizados en la enseñanza de las matemáticas.

La implementación de esta estructura de modelación matemática no solo responde a la necesidad de integrar fenómenos culturalmente relevantes en la formación inicial docente, sino que también desafía las prácticas tradicionales de enseñanza de las matemáticas, visibilizando la importancia de un enfoque feminista y crítico. A través de las cinco actividades secuenciales, los participantes vivencian un proceso de construcción y resignificación del conocimiento matemático, donde la experiencia femenina —encarnada en el ciclo menstrual— se posiciona como un eje central para el análisis y la reflexión.

7. Procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante una integración del análisis matemático del ciclo de modelación y la perspectiva feminista. Esta estructura de análisis integra los elementos claves de la perspectiva de género y la modelación matemática considerando una

mirada sociocultural y epistemológica del proceso dentro del análisis del fenómeno de estudio.

En primer lugar, se analizaron los productos generados por los participantes durante la situación de modelación, tales como gráficos, tablas y modelos matemáticos, con el fin de evaluar su comprensión del fenómeno del ciclo menstrual desde una perspectiva matemática.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis cualitativo de las observaciones de campo y las reflexiones de los participantes. Este análisis se centró en identificar patrones en las actitudes y percepciones de los participantes hacia la modelación del ciclo menstrual y su relación con el género.

La perspectiva feminista será fundamental para interpretar los resultados del análisis de los datos, considerando las desigualdades de género y las dinámicas de poder presentes en el aula. Como señala Blázquez-Graf (2008), el análisis de género implica no solo identificar las diferencias entre hombres y mujeres, sino también cuestionar las estructuras sociales que perpetúan dichas desigualdades. En este sentido, el análisis de los resultados se enfoca en cómo las actitudes y percepciones de los participantes hacia la menstruación y su modelación son influenciadas por sus experiencias personales y por las construcciones sociales del género.

Por último, es importante destacar que la fenomenología feminista empuja a los investigadores a cuestionar sus propias suposiciones conceptuales y abre el campo a nuevas formas de entender lo que se está investigando (Jiménez-Cortés, 2021). En este estudio, se busca no solo comprender cómo los participantes modelan el ciclo menstrual, sino también cómo sus propias experiencias y creencias influyen en dicho proceso, para permitir una reflexión crítica sobre la enseñanza y la investigación en el ámbito de la formación inicial docente desde una perspectiva de género.

Capítulo IV: Resultados, análisis y discusión

1. Resultados de la implementación

1.1 Ciclo de modelación.

1.1.1 Actividad 1: El fenómeno y sus principales características.

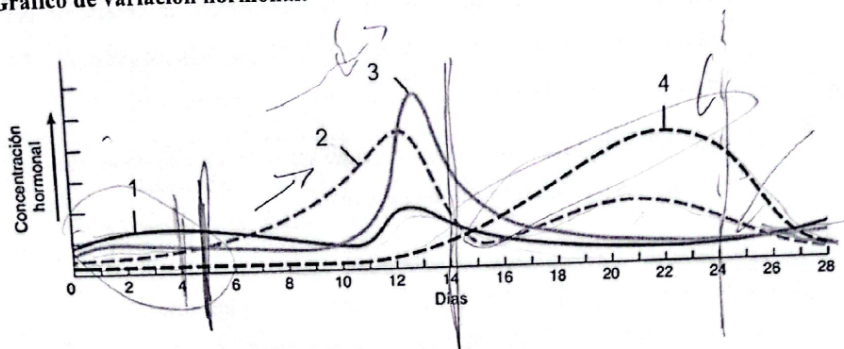
En la primera actividad, los participantes se enfrentaron a la tarea de comprender las características principales del ciclo menstrual, específicamente centrándose en la temperatura basal corporal como variable clave del fenómeno. Los estudiantes trabajaron en grupos pequeños y compartieron sus ideas iniciales sobre cómo la temperatura basal se relaciona con el ciclo menstrual. Las respuestas iniciales variaron considerablemente, lo que mostró una diversidad en el nivel de comprensión del fenómeno.

Algunos participantes mencionaron de inmediato la posible correlación entre las fases del ciclo menstrual y los cambios de temperatura. Un estudiante comentó: *"Creo que la temperatura sube durante la ovulación, pero no estoy seguro de cómo cambia exactamente en las otras fases"*. Esta observación demostró una idea general sobre el fenómeno, aunque limitada en detalles específicos. Por otro lado, otros participantes mostraron desconocimiento inicial respecto a la relación entre la temperatura basal y el ciclo menstrual, afirmando que no estaban seguros de cómo la temperatura podría variar a lo largo del ciclo.

Figura 6: Análisis del comportamiento variacional de las hormonas que inciden en el ciclo menstrual.

Elaboración propia.

Gráfico de variación hormonal:



La variación hormonal que ocurre en cada ciclo se modela mediante ecuaciones diferenciales. Relacionen cada una de las curvas propuestas en el siguiente gráfico con cada una de las hormonas que participan en el ciclo menstrual con base en los comportamientos descritos.

Objetivo: Asociar los comportamientos de la variación hormonal con su gráfica.

1. FSH
2. LH
3. Estrona
4. Progesterona

Durante la discusión grupal, los participantes coincidieron en que el fenómeno de la menstruación implica factores biológicos complejos y reconocieron la importancia de tener datos precisos para analizar el comportamiento de la temperatura basal. En el análisis conjunto se mencionó: *"Es interesante ver cómo algo tan cotidiano para muchas mujeres puede ser modelado matemáticamente. Nunca pensé que la temperatura corporal podría dar tanta información"*. Este comentario refleja la curiosidad despertada entre los estudiantes por el fenómeno y su interés por utilizar herramientas matemáticas para explorar cuestiones biológicas. Sin embargo, es posible que el desconocimiento inicial sobre la relación entre temperatura y ciclo menstrual se deba a la falta de experiencia en analizar el fenómeno desde una perspectiva científica. Aunque algunos de los participantes eran personas menstruantes, es probable que no se le dé una mirada científica al fenómeno de la menstruación, ya que suele ser visto más como una experiencia personal que como un proceso biológico susceptible de modelación, lo cual podría estar reflejando un sesgo en la comprensión del fenómeno.

En la actividad, los grupos también identificaron algunas características del fenómeno que esperaban observar en los datos, tales como un aumento de la temperatura durante la fase de ovulación y una disminución posterior. Estas expectativas proporcionaron una base que facilitó la comparación posterior con los datos experimentales, lo cual enriqueció el proceso de aprendizaje de los participantes.

1.1.2 Actividad 2: El fenómeno, los datos que nos ofrece y cómo obtenerlos.

En esta actividad, los participantes comprendieron el proceso de experimentación con el fenómeno para registrar la temperatura basal a lo largo del ciclo menstrual, tomando en cuenta las variables necesarias para llevar a cabo la modelación. Cada grupo discutió los aspectos clave que permitieran recolectar datos de manera precisa, con énfasis en la importancia de la toma de datos a la misma hora cada día y bajo las mismas condiciones.

Figura 7: Análisis de datos dados en la implementación. Producción de las/os participantes.

Datos de TBC

Día del Ciclo	Temperatura Basal (°C)	Día del Ciclo	Temperatura Basal (°C)
1	36.3	15	36.7
2	36.3	16	36.8
3	36.2	17	36.8
4	36.2	18	36.9
5	36.2	19	36.9
6	36.3	20	37.0
7	36.3	21	37.0
8	36.4	22	37.0
9	36.4	23	37.0
10	36.4	24	37.0
11	36.5	25	36.9
12	36.5	26	36.8
13	36.6	27	36.7
14	36.6	28	36.6

Handwritten notes on the table:

- Left side: "f. folic" (follicular phase) with a bracket from day 1 to 14, and "f. ovul" (ovulatory phase) with a bracket from day 14 to 28.
- Right side: "f. luteal" (luteal phase) with a bracket from day 15 to 28, and "R. ov" (ovulation) with a bracket from day 14 to 15.
- Bottom left: "Ovulación" with an arrow pointing to day 14.
- Bottom right: "Temperatura" with an arrow pointing to the temperature column.

Los estudiantes expresaron inicialmente algunas dudas respecto a la confiabilidad de los datos. Uno de los grupos preguntó: "¿Qué pasa si una persona se enferma durante el ciclo y su temperatura cambia por eso?". Esta preocupación evidenció una comprensión de las posibles fuentes de variabilidad en los datos, lo cual llevó a una discusión sobre las

limitaciones del diseño experimental y la posibilidad de que influencias externas pudiesen variar los datos de la temperatura.

De este modo, discutieron en base a la confiabilidad de los datos y en la selección de variables que consideraban podían incidir en la toma de datos, como el estrés, la alimentación, estado de ánimo, uso de anticonceptivos u otras hormonas, entre otros aspectos que pudieran alterar el comportamiento hormonal y por ende, se vieran reflejados en la variación de la TBC.

1.1.3 Actividad 3: Representaciones del fenómeno.

La tercera actividad consistió en la ejecución del ciclo de modelación matemática utilizando los datos recolectados en el experimento. Los estudiantes comenzaron organizando los datos en tablas y posteriormente representándolos en gráficos, lo cual les permitió identificar patrones de variación de la temperatura basal. Esta etapa del proceso fue crucial para introducir conceptos matemáticos avanzados y para trabajar directamente con funciones que representaban el fenómeno de la menstruación de manera adecuada.

Uno de los objetivos planteados en la situación de modelación fue ajustar los datos utilizando una función gamma, que es una función asimétrica con un pico desplazado, característica que la hace más adecuada para representar la variación de la temperatura basal durante el ciclo menstrual. Los resultados muestran que, en general, los participantes tuvieron dificultades para comprender y aplicar la función gamma de manera precisa. Aunque la mayoría de los grupos intentó utilizar modelos matemáticos para ajustar los datos, la mayoría recurrió a funciones más simples como lineales y cuadráticas, debido a su familiaridad con estas funciones y su aparente facilidad de ajuste a ciertos segmentos de los datos.

Uno de los grupos encontró un aumento significativo de la temperatura alrededor del día 14 del ciclo, lo que atribuyeron a la ovulación. Uno de los estudiantes comentó: *"Parece que la temperatura sube justo cuando esperábamos, durante la ovulación, pero hay algunas fluctuaciones que no entendemos bien"*. Esta observación llevó a una discusión acerca de la naturaleza de las fluctuaciones y la influencia de factores externos. Algunos participantes

especularon que las diferencias podrían deberse a variaciones individuales en el ciclo menstrual o a errores en la toma de datos.

En cuanto al ajuste de modelos, la distribución gamma fue discutida durante la implementación como una opción más adecuada debido a la falta de simetría en los datos. A diferencia de la distribución normal, que presenta una distribución simétrica con un pico central, la gamma tiene un pico desplazado, lo cual refleja de manera más precisa el comportamiento de la temperatura basal durante el ciclo menstrual, donde el aumento de la temperatura no sigue una forma simétrica, sino que se observa un ascenso y un descenso gradual con un pico claro durante la ovulación. Sin embargo, solo un grupo (el compuesto por 3 mujeres) fue capaz de analizar en profundidad cómo los parámetros de la distribución gamma reflejaban cambios específicos en la gráfica y cómo estos se relacionaban con las diferentes fases del ciclo menstrual. Este grupo identificó que el parámetro de forma de la función gamma controlaba la posición del pico, lo cual estaba directamente relacionado con el momento de la ovulación. La capacidad de este grupo para conectar los parámetros del modelo con las características observadas en los datos sugiere un nivel de comprensión más avanzado del proceso del fenómeno.

Por otro lado, la mayoría de los grupos intentó ajustar los datos utilizando funciones cuadráticas o lineales, lo cual no lograba capturar adecuadamente la asimetría del fenómeno. Un estudiante expresó: *"La función cuadrática parece ajustarse mejor a los datos que la lineal, pero hay partes del ciclo donde ninguna de las dos representa bien los cambios"*. Este comentario ilustra las dificultades que enfrentaron los participantes al intentar ajustar un modelo matemático que describiera adecuadamente la totalidad del fenómeno, y cómo estas dificultades promovieron una reflexión sobre la necesidad de modelos más complejos o no lineales, como la distribución gamma.

Además, 3 grupos mostraron una aproximación a un modelo sinusoidal para abordar el fenómeno, debido a su característica de periodicidad, lo cual fue relacionado con la composición de varios ciclos menstruales. Se identificó que los tres ajustaron los datos dados con la herramienta "ajuste seno" de Geogebra, presentando todos el mismo modelo algebraico. Esta situación destaca la importancia de hacer una toma de datos experimental,

pues la variabilidad en los datos permite tomar diferentes decisiones fundamentadas en el uso de tecnologías y la discusión matemática.

Figura 8: Ajuste seno de los datos dados. Producción de las/os participantes.

- ¿Qué modelo algebraico podría ajustarse al comportamiento de la TBC durante el ciclo?, ¿Cómo se comportaría si consideramos varios ciclos consecutivos (regulares)?

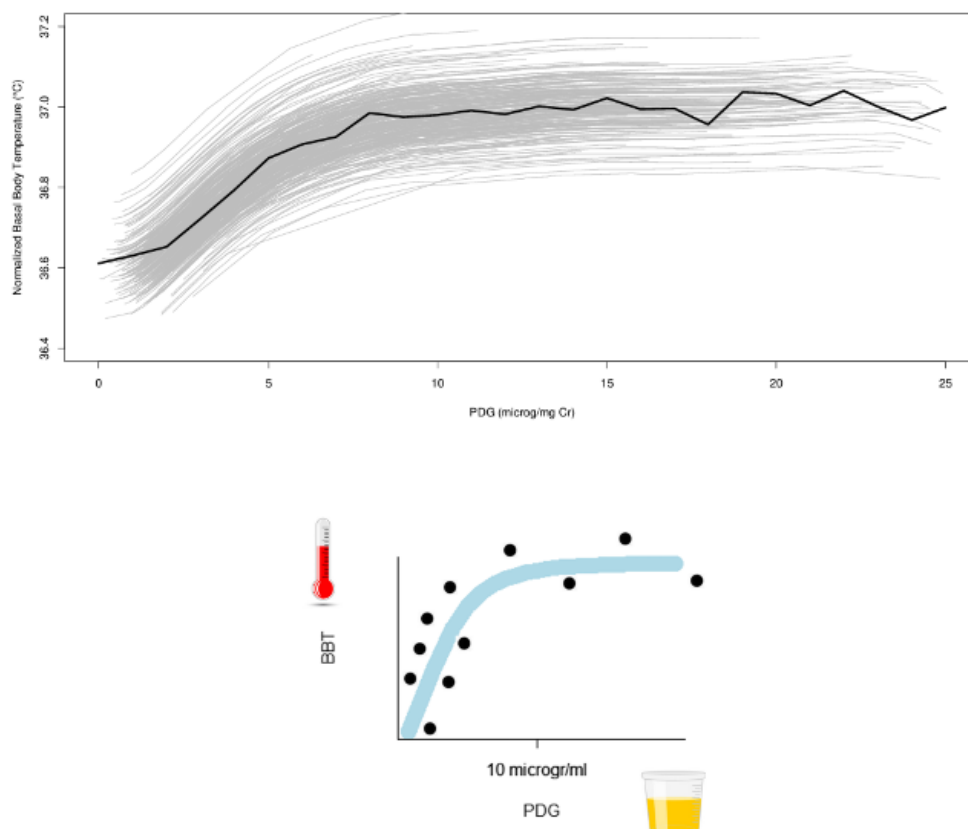
Objetivo: Evaluar diferentes ajustes que permitan describir el comportamiento de la TBC.

Yo por los ciclos, tenemos que pensar en una función periódica, por lo que usando ~~propelire~~ utilizamos la herramienta de ajuste Seno para modelar los puntos de la T° con respecto al día usando una función senoidal
 $f(x) = 36.6 + 0.37 \sin(0.19x - 2.46)$

En cuanto a la relación entre la variación de la temperatura basal corporal y la variación de la progesterona, los resultados muestran que los estudiantes tuvieron dificultades para comprender la naturaleza de esta relación. Aunque se explicó que la variación de la progesterona seguía un patrón exponencial que influía directamente en la temperatura basal, varios participantes se inclinaron a interpretar esta relación como una proporcionalidad directa. Un estudiante comentó: "Parece que cuando la progesterona aumenta, la temperatura también lo hace, así que deben ser directamente proporcionales". Este razonamiento refleja un entendimiento limitado de las funciones exponenciales y su diferencia con las relaciones lineales. La idea de que un aumento en una variable provoca un aumento en otra es correcta en términos generales, pero no captura la complejidad de cómo la progesterona afecta la temperatura basal de manera no lineal.

Figura 9: Extracto de la situación de modelación implementada, acerca de la relación entre la progesterona y la temperatura basal corporal. *Elaboración propia.*

Imagen 2. Relación entre PDG y TBC en el ciclo menstrual. *Extraído de Écochard et al. (2022), p.18.*



En general, la actividad de modelación reveló que los estudiantes presentaban dificultades tanto en la selección del modelo adecuado como en la interpretación de los parámetros involucrados en las funciones matemáticas. Esto se puede atribuir, en parte, a la falta de experiencia previa en la modelación de fenómenos biológicos complejos y a la dificultad inherente de comprender relaciones no lineales como las que se observan en la distribución gamma o en la relación exponencial entre la progesterona y la temperatura basal. Además, a pesar de que algunos de los participantes eran personas menstruantes, parecía haber un sesgo relacionado con la falta de una mirada científica al fenómeno de la menstruación, lo cual posiblemente limitó la capacidad de algunos para analizar el fenómeno con mayor profundidad.

En resumen, la tercera actividad mostró que, aunque los participantes lograron identificar patrones generales en los datos, la comprensión profunda de las funciones matemáticas y la selección del modelo adecuado representaron un desafío significativo. La función gamma, propuesta en los objetivos de la situación implementada, fue poco utilizada debido a las dificultades para comprender sus parámetros y la falta de experiencia en el manejo de funciones asimétricas. Estos resultados destacan la necesidad de reforzar la formación en modelación matemática, especialmente en lo que respecta a la selección e interpretación de modelos más allá de los lineales o cuadráticos, y de promover una visión más científica y menos sesgada del fenómeno de la menstruación.

1.1.4 Actividad 4: Hacia un modelo escolar del fenómeno.

Durante la cuarta actividad, los participantes analizaron cómo podría modelarse el fenómeno del ciclo menstrual en un contexto escolar. La intención de esta actividad era identificar proyecciones al aula sobre la modelación del ciclo menstrual y explorar cómo el fenómeno podía ser implementado para fomentar el aprendizaje de conceptos matemáticos y biológicos. Los estudiantes realizaron este análisis considerando dos enfoques principales: el nivel escolar adecuado para la implementación de la situación de modelación y la selección de fenómenos adicionales que pudieran modelarse de manera similar.

En cuanto a la elección del nivel escolar para implementar la situación de modelación del ciclo menstrual, los participantes llevaron a cabo dos análisis distintos. El primer análisis se centró en la selección del nivel educativo en función del objeto matemático que se utilizaría para modelar el fenómeno. Por ejemplo, algunos grupos propusieron modelar el ciclo menstrual utilizando una función cuadrática. Dado que la función cuadrática se introduce formalmente en el currículo de matemáticas en 2° medio, estos grupos consideraron que este nivel sería adecuado para trabajar con la modelación del ciclo menstrual. En palabras de uno de los participantes: *"Elegimos 2° medio porque es el momento en que los estudiantes comienzan a aprender sobre funciones cuadráticas, y creemos que sería interesante aplicar estos conceptos en un contexto real como el ciclo menstrual"*. Esta perspectiva permitió que los participantes alinearan la situación de modelación con los contenidos curriculares de matemáticas, facilitando la integración del fenómeno en el proceso de enseñanza.

El segundo análisis se basó en la consideración del proceso etario y el grado de comprensión que podrían tener los estudiantes sobre el fenómeno de la menstruación. En este enfoque, los grupos evaluaron cuál sería el momento adecuado en términos del desarrollo personal y social de los estudiantes para abordar el ciclo menstrual. Uno de los grupos comentó: *"Pensamos en implementar esta actividad en 7° básico porque en ese nivel los estudiantes están más cerca de la adolescencia y es cuando comienzan a tener más preguntas sobre la menstruación"*. Esta decisión implicó utilizar las herramientas matemáticas disponibles en ese nivel, como las funciones lineales o la proporcionalidad, para modelar el fenómeno. De esta manera, se buscó adaptar la situación de modelación al nivel de desarrollo cognitivo y la relevancia personal del fenómeno para los estudiantes, lo que refleja una preocupación por contextualizar el aprendizaje en la experiencia de los alumnos, de modo que el fenómeno se aborde como un escenario para hacer emerger el conocimiento matemático.

Estos dos enfoques mostraron diferencias significativas en la forma en que los participantes proyectaron la actividad al aula. Mientras que el primer enfoque prioriza la adecuación curricular y el uso de objetos matemáticos específicos, el segundo se enfoca en la conexión del fenómeno con la experiencia vital de los estudiantes y la posibilidad de usar las herramientas matemáticas disponibles en cada nivel para modelar el ciclo menstrual. Ambos enfoques ofrecieron diferentes maneras de adaptar la situación de modelación y reflejaron la diversidad de perspectivas que los futuros docentes podrían aplicar al diseñar actividades para sus estudiantes.

Cabe mencionar que los grupos que escogieron el primer enfoque (mixto y masculino), no lograron llevar a cabo un análisis profundo del fenómeno, sino que lo percibían como un contexto de aplicación y no consideraban sus características de comportamiento particular. Por otra parte, dos grupos homogéneos optaron por el segundo enfoque (uno masculino y uno femenino), los cuales compartían interés por analizar el fenómeno en profundidad: el grupo femenino mantuvo muy presentes sus experiencias personales con respecto al fenómeno dentro del análisis matemático, mientras que el grupo masculino si bien asume que no tenían mucho acercamiento con él, intentaban promover el análisis de situaciones pertinentes en la vida de las y los estudiantes, en este caso, relativos a la salud sexual y bienestar femenino.

En cuanto a la selección de fenómenos adicionales para modelar, los participantes identificaron varios ejemplos de la física escolar que podrían ser modelados de manera similar al ciclo menstrual. Un grupo eligió el movimiento del péndulo, argumentando que *"el péndulo tiene un comportamiento cíclico similar al del ciclo menstrual, pero sus variaciones son más predecibles y menos influenciadas por factores externos"*. Esta comparación permitió que los estudiantes reflexionaran sobre las diferencias en la complejidad de modelar fenómenos biológicos en comparación con fenómenos físicos, destacando la naturaleza multifactorial del ciclo menstrual. Estas decisiones reflejan la capacidad de los participantes para transferir los aprendizajes adquiridos sobre modelación a otros fenómenos, lo cual es fundamental para promover una enseñanza de las ciencias y matemáticas más integrada y contextualizada.

En resumen, la cuarta actividad permitió a los participantes reflexionar sobre cómo implementar la modelación del ciclo menstrual en un contexto escolar y cómo seleccionar el nivel educativo más adecuado para ello. La discusión sobre los dos enfoques—basado en el objeto matemático y basado en el proceso etario—resaltó la diversidad de perspectivas que los futuros docentes pueden adoptar para adaptar actividades complejas a las necesidades y características de sus estudiantes, destacando la pertinencia de la interacción con el fenómeno de estudio dentro del ciclo de modelación.

1.1.5 Actividad 5: Reflexiones finales sobre la experiencia de modelación del ciclo menstrual.

En la quinta y última actividad, los participantes realizaron una reflexión profunda sobre el proceso de modelación matemática del ciclo menstrual y sus implicaciones, especialmente desde una perspectiva de género. La intención de esta actividad fue evaluar de manera integral la experiencia y determinar cómo el análisis de modelos matemáticos contribuyó al entendimiento del fenómeno, así como la potencial aplicabilidad de este tipo de análisis en contextos educativos futuros.

Durante la primera parte de la actividad, los estudiantes fueron invitados a resumir el comportamiento del ciclo menstrual con base en el análisis matemático que llevaron a cabo a lo largo del proceso de modelación. En general, los participantes mostraron un buen nivel

de comprensión de la evolución de la temperatura basal corporal (TBC) a lo largo del ciclo menstrual, describiendo los picos y valles asociados a las diferentes fases del ciclo.

Un participante comentó: *“Pudimos identificar claramente el aumento de temperatura durante la ovulación y cómo disminuye hacia el final del ciclo. Fue interesante ver cómo esta variación se repite y cómo podemos predecir estos cambios usando la distribución gamma”*. Este tipo de reflexión muestra cómo la modelación permitió a los participantes entender mejor el fenómeno y relacionarlo con sus características matemáticas.

Sin embargo, algunos estudiantes tuvieron dificultades para interpretar la complejidad de los parámetros involucrados en la distribución gamma. En particular, cuando se les preguntó acerca del comportamiento específico de los parámetros y cómo estos reflejaban los cambios en el ciclo menstrual, solo un grupo fue capaz de analizar de forma clara y precisa las relaciones entre los parámetros y las variaciones en la gráfica. Un estudiante expresó: *“Al principio fue difícil entender cómo los parámetros afectan la forma de la curva, pero luego vimos que el parámetro que controla el desplazamiento horizontal estaba relacionado con el momento de la ovulación”*. Esta observación muestra que, si bien algunos estudiantes lograron comprender la matemática detrás del modelo, otros todavía se encontraban en proceso de interiorizar estos conceptos.

Una de las dificultades más comunes encontradas durante la reflexión fue la diferencia entre la distribución gamma y la normal. Al comparar ambos modelos, los estudiantes notaron que el fenómeno del ciclo menstrual no presenta una variación simétrica, lo cual es característico de la función normal, sino que el pico está desplazado, haciendo que la función gamma sea más adecuada para describir el comportamiento de la TBC. Un estudiante comentó: *“Entiendo ahora que la distribución normal no sería la mejor opción porque el pico no está centrado; la distribución gamma tiene más sentido porque refleja el aumento y luego la caída de la temperatura de una manera que se ajusta mejor a los datos”*.

Otra parte importante de la reflexión fue la relación entre la variación hormonal y la temperatura basal corporal. Los estudiantes discutieron cómo la variación de la progesterona, que sigue un comportamiento exponencial, se ve reflejada en la TBC, lo cual permitió modelar el fenómeno de una manera más precisa. Sin embargo, durante la

reflexión, se observó que varios participantes tendían a interpretar esta relación como una proporcionalidad directa simple. Este razonamiento, aunque intuitivo, no refleja completamente la complejidad de la relación entre ambas variables, lo cual da cuenta de una percepción errónea del concepto de proporcionalidad directa, y al mismo tiempo, muestra dificultades en la determinación de relaciones entre variables. Es importante en este caso, considerar que los errores descritos corresponden a conocimientos escolares, y que por lo tanto significan un obstáculo en futuras implementaciones.

En este sentido, se identificó que la falta de experiencia previa de los participantes en el análisis de fenómenos biológicos podría haber influido en esta interpretación simplista. A pesar de que el grupo estaba compuesto tanto por personas menstruantes como no menstruantes, la mayoría mencionó que nunca habían analizado la menstruación desde una perspectiva científica, lo cual podría reflejar un sesgo hacia la naturalización del fenómeno y una falta de visibilización de sus aspectos fisiológicos complejos.

Durante la discusión sobre los efectos adicionales que la variación hormonal puede tener en la salud de las personas menstruantes, los participantes identificaron varios aspectos relevantes, como los cambios en el estado de ánimo, el nivel de energía, y la aparición de síntomas físicos como dolor o fatiga. Un estudiante mencionó: *“Es interesante cómo la temperatura no es lo único que cambia; el estado de ánimo también se ve afectado, y creo que eso es algo que deberíamos tener en cuenta cuando hablamos de salud menstrual”*.

Esta reflexión permitió que los participantes consideraran el ciclo menstrual de una manera más integral, no solo como un fenómeno biológico, sino también como un proceso que impacta múltiples dimensiones de la vida de las mujeres. Además, los estudiantes reconocieron la importancia de abordar estos temas en contextos educativos, mencionando que la educación sobre la salud menstrual debería incluir tanto los aspectos físicos como los emocionales, y cómo estos se relacionan entre sí.

En cuanto a la posibilidad de implementar fenómenos similares en contextos escolares, los participantes discutieron los desafíos y oportunidades que podría presentar la enseñanza del ciclo menstrual desde una perspectiva matemática. Un estudiante afirmó: *“Creo que implementar esto en una clase sería muy útil porque permite conectar la matemática con*

algo real y relevante, pero también creo que hay que ser cuidadosos con cómo se presenta, porque todavía hay muchos estigmas sobre la menstruación". Esta reflexión muestra cómo los futuros docentes reconocen el valor formativo de la actividad, pero también son conscientes de las barreras culturales que podrían dificultar su implementación.

Algunos participantes sugirieron que, para facilitar la implementación, sería necesario adaptar el lenguaje y las actividades a las características de los estudiantes. Un grupo mencionó: *"Podríamos empezar con una versión simplificada del modelo, enfocándonos solo en las tendencias generales de la temperatura, y luego, en niveles más avanzados, introducir los modelos matemáticos más complejos"*. Esta propuesta resalta la capacidad de los futuros docentes para ajustar el contenido a las necesidades y niveles de comprensión de sus estudiantes, asegurando que la actividad sea accesible para todos.

Finalmente, los estudiantes reflexionaron sobre la importancia de desafiar los estigmas asociados con la menstruación y promover un enfoque inclusivo y científico en la educación. Un participante expresó: *"Creo que hablar abiertamente de la menstruación en clase podría ayudar a normalizarlo y reducir la vergüenza que muchas personas sienten al respecto"*. Esta reflexión pone de manifiesto la relevancia de tratar temas de salud femenina de manera abierta y sin prejuicios, y cómo la educación puede ser una herramienta poderosa para cambiar las percepciones sociales sobre estos temas.

En conclusión, la actividad 5 permitió a los participantes reflexionar de manera integral sobre el proceso de modelación del ciclo menstrual y su aplicabilidad en contextos educativos. A través de la discusión y el análisis del fenómeno, los estudiantes lograron conectar conceptos matemáticos con un fenómeno biológico complejo, lo cual les permitió desarrollar una comprensión más profunda tanto del fenómeno como de la matemática involucrada. Además, la actividad sirvió como un espacio para discutir las implicaciones de género y la importancia de abordar estos temas en la educación, destacando el potencial formativo de este tipo de actividades para promover una enseñanza inclusiva y significativa.

Los participantes demostraron un nivel diverso de comprensión del fenómeno y de la matemática involucrada, con algunos mostrando un entendimiento sólido de los parámetros y modelos utilizados, mientras que otros aún se encontraban en proceso de integrar estos

conceptos. A pesar de las dificultades encontradas, la experiencia fue enriquecedora para todos, ya que permitió visibilizar la complejidad del ciclo menstrual y su impacto en la salud de las personas menstruantes, así como reflexionar sobre las barreras y oportunidades para implementar este tipo de actividades en el aula.

1.2 Observaciones de campo.

Durante la implementación del ciclo de modelación del fenómeno del ciclo menstrual, se observaron patrones significativos en las dinámicas grupales, el uso de tecnologías, y las interacciones relacionadas con el fenómeno y el enfoque de género. Estas observaciones permiten identificar aspectos clave de la experiencia educativa y cómo esta se configura en torno a las percepciones y actitudes de los participantes.

1.2.1 Dinámicas Grupales e Interacciones.

Los participantes se organizaron en grupos mixtos y homogéneos (solo hombres o solo mujeres). Se evidenció que los grupos homogéneos lograron una mayor cohesión, caracterizada por una atmósfera de colaboración, risas y participación activa. En contraste, los grupos mixtos mostraron un liderazgo masculino predominante, donde los hombres tendieron a tomar decisiones sobre el uso de herramientas tecnológicas y la dirección del análisis, mientras que las mujeres buscaban validación en sus aportes antes de integrarlos en la discusión grupal.

Estas dinámicas refuerzan las jerarquías implícitas de género dentro de los grupos mixtos, donde las mujeres, a pesar de su conocimiento experiencial, tienden a subordinarse a las decisiones del hombre, especialmente en aspectos técnicos. Este patrón no solo limita la autonomía de las mujeres en el proceso de modelación, sino que también dificulta una integración efectiva de su experiencia en el análisis del fenómeno.

En particular, el grupo homogéneo femenino ofreció perspectivas más conectadas al fenómeno, reflejando experiencias personales y abordando el problema con una combinación de herramientas matemáticas y vivenciales. Por otro lado, los grupos homogéneos masculinos mostraron una tendencia a centrarse en el ajuste preciso de los

modelos matemáticos, desvinculándose en ocasiones del fenómeno o admitiendo que no tenían un conocimiento profundo del mismo.

1.2.2 Uso de Tecnologías.

El uso de tecnologías fue diverso, destacando herramientas como GeoGebra, Excel, Chat GPT y Python. Sin embargo, se identificaron problemas recurrentes en la comprensión y aplicación de estas herramientas. Los participantes masculinos, líderes en el uso de tecnologías, frecuentemente hicieron uso de herramientas como el ajuste polinómico de GeoGebra, llegando incluso a trabajar con funciones de octavo grado que carecían de sentido en el contexto del fenómeno modelado.

Por ejemplo, en un grupo mixto, el participante masculino asumió la responsabilidad de graficar los datos en Excel. Para obtener gráficos en este programa, es fundamental tener una buena comprensión del tipo de variables involucradas, debido a que presentan variadas opciones de gráficos en base a los datos, los cuales en muchos casos, no son coherente con la naturaleza de los datos. Esta problemática se vio presente en aquel grupo debido a que se mantuvieron mucho tiempo en Excel tratando de comprender las gráficas que arrojaba el programa, sin haber realizado antes un análisis profundo de las variables involucradas. Este patrón sugiere una confianza inicial mayor en los hombres para asumir roles tecnológicos, independientemente de su nivel de experiencia con estas herramientas.

Cabe mencionar que se observaron dinámicas de liderazgo con respecto al uso de tecnologías, como por ejemplo, el acceso al mouse. En los grupos mixtos, los hombres asumían de inmediato el liderazgo en cuanto al uso del computador, pues acomodaban la pantalla hacia ellos y sólo ellos manipulaban el mouse, determinando cuándo y cuáles herramientas tecnológicas utilizarían. En el caso de los grupos homogéneos, el mouse pasaba entre los integrantes del grupo y se acomodaban para acceder a la pantalla de manera equitativa.

1.2.3 Percepción y Análisis del Fenómeno.

El fenómeno del ciclo menstrual fue percibido de maneras significativamente distintas entre los géneros. Las participantes femeninas, ofrecieron reflexiones basadas en su experiencia

personal, utilizando lenguaje corporal para describir comportamientos y relacionando el análisis matemático con aspectos biológicos y cotidianos, como el uso de anticonceptivos y los cambios hormonales.

Por el contrario, los participantes masculinos mostraron un distanciamiento conceptual del fenómeno, abordándolo como un objeto de estudio externo. Este enfoque se reflejó en la priorización de herramientas matemáticas y en la búsqueda de modelos que se ajustaran perfectamente a los datos, en lugar de centrarse en el comportamiento del fenómeno. Esta búsqueda excesiva de exactitud matemática a los datos experimentales resultaba en la elección de modelos que no se alineaban a las características del fenómeno, lo cual concluyó en que por ejemplo, uno de los grupos mixtos mostró mucha frustración y finalmente decidió dejar en blanco las preguntas relativas a la determinación de modelos matemáticos. Esto contrastó con las dinámicas observadas en el grupo femenino, que priorizaron el análisis del comportamiento de las funciones sobre la obtención de resultados exactos.

1.2.4 Elección de Niveles Educativos para la Implementación.

Un aspecto relevante de la implementación fue la discusión sobre los niveles educativos adecuados para trabajar este fenómeno en el aula. El grupo 3 (masculino) y el grupo 5 (femenino) decidieron priorizar el análisis del fenómeno y su relación con la experiencia del estudiantado, eligiendo niveles como séptimo básico, donde muchas niñas comienzan a experimentar la menstruación, o segundo medio, en donde muchas niñas comienzan con tratamientos anticonceptivos. De este modo, adaptaban las herramientas matemáticas con las cuales contaban en cada nivel, para abordar el fenómeno de la menstruación acorde a su relación con el mismo.

En contraste, los grupos restantes masculinos y mixtos eligieron los niveles educativos en función de los objetos matemáticos disponibles en el currículo, como cuadráticas o trigonométricas, centrando su discusión en el objeto matemático.

1.2.5 Reflexiones Finales.

Las observaciones de campo resaltan la influencia de las dinámicas de género en la interacción grupal, la toma de decisiones y el uso de tecnologías. Mientras que las mujeres

demonstraron un vínculo intrínseco con el fenómeno, traducido en un análisis más contextual y adaptativo, los hombres mostraron una tendencia a abordar el problema desde una perspectiva técnica y externa. Estas diferencias reflejan la necesidad de diseñar experiencias educativas que promuevan una participación equitativa y que valoren tanto las herramientas matemáticas como las experiencias vivenciales en la construcción del conocimiento.

2. Análisis y discusión

2.1 Dinámicas relacionales.

En el contexto de la implementación del ciclo de modelación del fenómeno de la menstruación, las dinámicas relacionales revelaron cómo las estructuras de poder y las relaciones de género influyen en la participación y el desarrollo del conocimiento matemático. Estas interacciones no solo evidencian patrones sociales de dominio masculino, sino que también reflejan cómo la construcción social del conocimiento matemático (CSCM) está condicionada por estas jerarquías implícitas (Espinosa-Guía, 2021).

Desde la perspectiva de la epistemología feminista, las relaciones de género observadas dentro de los grupos mixtos muestran una constante reproducción de dinámicas que posicionan al hombre como un sujeto central y validado. La propuesta de Solsona et al. (2021) sugiere que estas dinámicas son el resultado de un sistema que invisibiliza el conocimiento experiencial de las mujeres y perpetúa una relación asimétrica en la producción de saberes.

Por ejemplo, en los grupos mixtos, las mujeres que participaban activamente en la modelación del ciclo menstrual solían redirigir sus aportes hacia los participantes masculinos para obtener su validación. Este tipo de interacciones refuerza el concepto de necesidad de validación (Espinosa-Guía, 2021), donde las participantes, a pesar de poseer un conocimiento directo y situado sobre el fenómeno, buscan una aprobación masculina que legitime sus aportes.

Las interacciones grupales también pusieron en evidencia las relaciones de género y las barreras que estas imponen en la apropiación del conocimiento matemático por parte de las mujeres. Por ejemplo, en las discusiones sobre la representación gráfica de la temperatura

basal, las participantes femeninas propusieron interpretaciones fundamentadas en su experiencia directa, pero estas no se consolidaron hasta que fueron validadas por los participantes masculinos. Esta necesidad de validación, mencionada por Espinosa-Guía (2021), no solo limita la participación de las mujeres, sino que también restringe su capacidad para ejercer un rol activo en la construcción del conocimiento.

En contraste, en el grupo homogéneo femenino, las interacciones reflejaron una mayor apertura y confianza en la discusión de ideas. Las participantes no sintieron la necesidad de legitimar sus aportes ante una figura masculina, lo que favoreció una dinámica más horizontal y participativa. Esto coincide con lo planteado en el marco teórico, donde se sugiere que la presencia de un dominio masculino influye en cómo se establecen las interacciones entre mujeres y en cómo se relacionan con el conocimiento matemático.

En síntesis, el análisis de las dinámicas relacionales en la implementación de la situación de modelación del ciclo menstrual revela cómo las interacciones grupales, el dominio masculino, la validación externa y la construcción social del conocimiento matemático están profundamente interrelacionados. Estas dinámicas no solo afectan la participación equitativa de las mujeres, sino que también limitan la posibilidad de integrar saberes situados en el proceso de modelación, destacando la necesidad de enfoques didácticos que consideren la perspectiva feminista como una herramienta para transformar las prácticas educativas.

2.2 Interacción con el fenómeno

La interacción con el fenómeno del ciclo menstrual en la situación de modelación matemática revela cómo los participantes construyen y resignifican el conocimiento a partir de su experiencia, posición social y relación con el objeto de estudio. En este proceso, conceptos como experiencia de mujer, sujeto epistémico, CSCM (Construcción Social del Conocimiento Matemático), modelación en formación inicial docente y proyecciones al aula se entrelazan para ofrecer un análisis crítico desde una perspectiva sociocultural y feminista.

Desde la epistemología feminista, Ceballos (2021) enfatiza que la ciencia no es neutral ni objetiva en su totalidad, sino que está condicionada por valores, emociones y contextos sociales. En la implementación, esta visión cobró sentido al reconocer la relevancia de la

experiencia de mujer en la comprensión del fenómeno menstrual. A diferencia de enfoques tradicionales en la enseñanza matemática, el ciclo de modelación visibilizó cómo el conocimiento situado de las participantes femeninas enriquecía la construcción del saber. No obstante, esta experiencia no siempre fue valorada equitativamente, pues las dinámicas de género presentes en los grupos mixtos tendieron a subordinar sus aportes a las jerarquías tradicionales.

El sujeto epistémico, tal como lo proponen Arrieta y Díaz (2015) y Pérez-Vera (2020), resulta clave para comprender cómo los futuros docentes se posicionan en relación con el fenómeno. La interacción con el ciclo menstrual permitió a los participantes transitar desde un conocimiento intuitivo y fragmentado hacia una comprensión estructurada, mediada por el proceso de modelación. Sin embargo, las relaciones de género limitaron el desarrollo pleno de las voces femeninas en los grupos mixtos, lo cual pone en evidencia las tensiones existentes entre el conocimiento experiencial de las mujeres y las estructuras de poder tradicionales en matemáticas.

Desde la perspectiva de la CSCM, Villa-Ochoa (2010) argumenta que el conocimiento matemático se construye en interacción con prácticas sociales y culturales específicas. En la implementación, la matematización del ciclo menstrual no solo fue un ejercicio técnico, sino también un acto cultural y político que cuestionó la aparente neutralidad de la matemática. Los participantes resignificaron el fenómeno a medida que conectaban los patrones observados con las herramientas matemáticas, comprendiendo que el conocimiento no es estático ni aislado, sino que surge del diálogo constante entre el fenómeno, las herramientas matemáticas y la experiencia personal. Valero (2010) y Barbosa (2006) coinciden en que este tipo de experiencias formativas permiten vincular la matemática con fenómenos sociales relevantes, fortaleciendo la capacidad crítica y reflexiva de quienes participan en ellas.

En el contexto de la formación inicial docente (FID), la interacción con el ciclo menstrual como fenómeno permitió que los futuros docentes exploraran cómo integrar saberes situados y críticos en su práctica educativa. Parra (2015) sugiere que una educación matemática culturalmente relevante conecta el conocimiento con las realidades de los estudiantes, una idea que se materializó en la implementación al ofrecer un enfoque interdisciplinario y significativo. El ciclo menstrual, al ser un fenómeno biológico y

socialmente relevante, desafió las concepciones tradicionales sobre los objetos de estudio en matemáticas y promovió la integración de contextos reales en el aprendizaje, posicionando la modelación como una herramienta formativa crítica y situada.

Las proyecciones al aula emergieron como un componente esencial en esta interacción, considerando que la variable del género siempre estará presente en las aulas de matemáticas. Los participantes plantearon dos enfoques para implementar la modelación del ciclo menstrual en contextos escolares. El primer enfoque, centrado en objetos matemáticos, proponía trabajar con funciones lineales o cuadráticas en niveles de secundaria, alineándose con el currículo formal. El segundo enfoque, basado en la experiencia y proceso etario, priorizaba la pertinencia cultural y vivencial del fenómeno, adaptándolo a las necesidades y características de los estudiantes. Esta reflexión evidencia un cambio en la relación con el conocimiento matemático, donde el fenómeno deja de ser un simple contexto aplicativo para convertirse en el eje desde el cual emerge y se resignifica el conocimiento matemático.

Asimismo, la implementación del ciclo menstrual mostró que la modelación matemática puede transformarse en una herramienta didáctica inclusiva y equitativa. Las/os futuros docentes reconocieron que al abordar fenómenos como este en el aula, no solo se trabajan contenidos matemáticos, sino también dimensiones sociales y culturales que favorecen la equidad educativa. Esta idea se alinea con los planteamientos de Valero et al. (2015) y Araújo (2012), quienes argumentan que la matemática tiene un potencial transformador cuando se articula con la realidad social, permitiendo que los estudiantes desarrollen una comprensión crítica y situada del mundo.

Finalmente, como sostienen Arrieta y Díaz (2015) y Pérez-Vera (2020), es fundamental que las y los futuros docentes vivan experiencias de modelación que les permitan desarrollar competencias integradoras y situadas. La implementación del ciclo menstrual como fenómeno matemático generó un espacio formativo en el que los participantes enfrentaron desafíos matemáticos y reflexionaron sobre la relevancia cultural y social de los fenómenos que modelan. Este proceso fortaleció su comprensión del ciclo de modelación y los/as posicionó frente a los desafíos de su rol como educadores, promoviendo prácticas educativas más críticas, inclusivas y transformadoras.

2.3 Modelación Matemática mediante la Perspectiva Feminista en la FID.

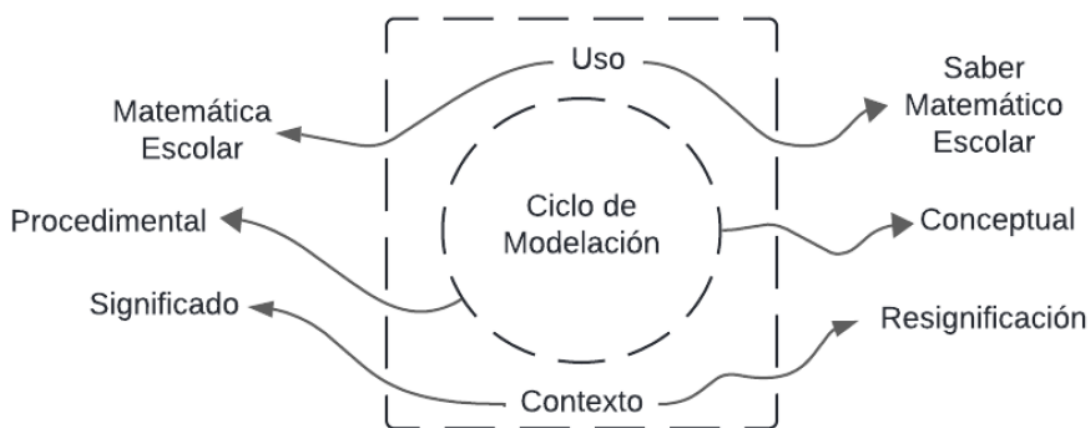
La incorporación de componentes didácticos en la implementación del ciclo de modelación del fenómeno menstrual dentro de la formación inicial docente (FID) permite analizar cómo se articulan elementos fundamentales en la enseñanza de las matemáticas. Dichos componentes, tal como se refleja en el diagrama propuesto, vinculan aspectos didácticos, históricos y epistemológicos, entre los que destacan la didáctica en FID, la historia de las mujeres en matemática y el ciclo de modelación en la FID, basados en la estructura de epistemología feminista de Solsona et al (2021) y específicamente en escenarios de modelación matemática dentro de la FID. Estos elementos se interrelacionan con las dinámicas relacionales y la interacción con el fenómeno, articulando así una perspectiva feminista en la modelación matemática.

2.3.1 Ciclo de Modelación en la FID.

El ciclo de modelación matemática en la formación inicial docente (FID) constituye un proceso clave para la construcción social del conocimiento matemático, donde convergen la interacción con el fenómeno, la resignificación del saber y la experiencia de los sujetos implicados, en este caso, las mujeres. Este ciclo no solo permite abordar fenómenos contextualizados, como el ciclo menstrual, sino que también resignifica las matemáticas al situarlas en contextos culturalmente relevantes para quienes históricamente han sido excluidas de su construcción y validación.

Desde una perspectiva sociocultural, el conocimiento matemático no es una entidad estática, sino que se construye socialmente a través de la interacción entre los sujetos y los fenómenos del mundo real (Villa-Ochoa et al., 2018). El ciclo de modelación matemática, como se observa en la Figura 10, opera como un proceso dinámico donde se articulan distintos niveles de transformación del conocimiento: desde lo procedimental y lo conceptual hasta su resignificación. Este proceso no solo produce saber matemático escolar, sino que también conecta el uso y el contexto, permitiendo otorgar significado a los objetos matemáticos a partir de fenómenos situados.

Figura 10: Transformaciones al vivenciar un ciclo de modelación matemática escolar (Pérez-Vera y Salazar-Cortez, 2024b).



En este sentido, modelar un fenómeno como el ciclo menstrual en la FID habilita un proceso de resignificación crítica del conocimiento matemático al integrarlo con las realidades de las y los docentes en formación. El ciclo de modelación se convierte en un espacio de diálogo donde las futuras docentes no solo aprenden matemáticas, sino que también participan activamente en su construcción y resignificación.

Durante la experiencia de modelación del ciclo menstrual, las participantes femeninas interactuaron con el fenómeno desde una perspectiva crítica, evidenciando un proceso de apropiación del saber matemático. Este proceso se enmarca en la construcción social del conocimiento, donde el sujeto epistémico —en este caso, las mujeres— interpreta, valida y resignifica conceptos matemáticos a partir de su interacción con la realidad. Como destacan (Pérez-Vera y Salazar-Cortez, 2024b), la resignificación del conocimiento matemático ocurre cuando se integran experiencias situadas que permiten trascender lo procedimental hacia lo conceptual y crítico.

La Figura 10 ilustra cómo el ciclo de modelación facilita transformaciones en el conocimiento matemático escolar. Estas transformaciones incluyen el desarrollo de habilidades procedimentales, la comprensión conceptual y, finalmente, la resignificación del significado del conocimiento en relación con el contexto. En el caso del ciclo menstrual, estas transformaciones fueron particularmente significativas para las mujeres, ya que les permitieron conectar los procesos matemáticos abstractos con su propia experiencia, otorgando valor a sus saberes situados.

Asimismo, la interacción equitativa en el proceso de modelación resulta fundamental. En grupos donde se fomentó la participación igualitaria, las mujeres lograron apropiarse del

conocimiento y contribuir significativamente a la construcción de modelos matemáticos. En contraste, en grupos con dinámicas de poder desigual, su experiencia fue relegada, evidenciando la necesidad de un enfoque crítico que cuestione estas jerarquías y promueva prácticas inclusivas en el aula.

En la formación inicial docente, estas experiencias tienen un potencial transformador al situar el conocimiento matemático en fenómenos culturalmente relevantes para las futuras docentes. Al validar la experiencia de las mujeres y reconocerlas como sujetos epistémicos, se desafían las estructuras patriarcales que históricamente han invisibilizado su participación en la construcción del saber. Como señalan Solsona et al. (2021) y Ceballos (2021), el enfoque feminista en la matemática —y específicamente en los ciclos de modelación— permite repensar la matemática educativa desde una perspectiva inclusiva, donde todas las voces y experiencias son reconocidas como parte integral del conocimiento.

2.3.2 Didáctica y Modelación matemática en la FID.

La didáctica en la formación inicial docente (FID) es esencial para implementar ciclos de modelación matemática. En la experiencia del ciclo de modelación del fenómeno menstrual, aspectos como el uso de tecnologías, el desarrollo de competencias, la discusión matemática y las proyecciones al aula permitieron conectar conocimientos matemáticos con un fenómeno social y biológico. Esta integración reflexiva no solo fortalece las competencias matemáticas, sino que también promueve prácticas inclusivas y situadas.

El uso de tecnologías en este proceso cumple un rol mediador clave. Según Rodríguez y Quiroz (2016), estas herramientas actúan como un puente epistémico, facilitando la transición entre lo concreto y lo abstracto. Al interpretar y resignificar datos experimentales dentro de un marco matemático, las tecnologías permiten no solo una mejor comprensión del fenómeno, sino también una discusión matemática más profunda. Por ejemplo, el análisis del ciclo menstrual exigió decisiones críticas sobre qué modelos y representaciones describían mejor su comportamiento.

Sin embargo, como advierte Gaona (2018), el valor de las herramientas tecnológicas radica en reflexionar sobre su pertinencia y aplicación. Durante el proceso, el uso excesivo de ajustes polinómicos en GeoGebra evidenció la necesidad de un criterio matemático más sólido para elegir modelos. Este desafío destaca cómo el dominio conceptual de las

tecnologías es esencial para validar modelos que sean coherentes con el fenómeno estudiado.

Por otro lado, los participantes masculinos asumieron el liderazgo en la selección y manejo de tecnologías, relegando a las mujeres a roles secundarios. Esto perpetuó la percepción de que las competencias tecnológicas son un dominio masculino, limitando la apropiación de conocimiento matemático y tecnológico por parte de las participantes femeninas. Como resultado, se refuerzan desigualdades de género que históricamente han invisibilizado las contribuciones de las mujeres en contextos científicos y tecnológicos (Blanco, 2021).

Para evitar estas barreras, Blanco (2021) y Martínez Martín y Artiaga (2017) destacan la necesidad de diseñar discusiones matemáticas equitativas, donde todas las voces sean reconocidas en la construcción del conocimiento. En el caso del ciclo menstrual, integrar perspectivas situadas cuestionó el enfoque técnico predominante, resignificando el conocimiento matemático en relación con el fenómeno.

Desde una perspectiva feminista, López (2022) y Blanco (2014) subrayan la importancia de incorporar estrategias que promuevan la equidad de género en la FID. Esto incluye cuestionar dinámicas de poder en el aula y visibilizar saberes situados, fomentando una enseñanza crítica y equitativa.

En síntesis, los ciclos de modelación matemática en la FID, mediante el uso de tecnologías, competencias docentes, discusiones matemáticas y proyecciones al aula, articulan el conocimiento matemático con fenómenos culturalmente relevantes. Este enfoque permite a los futuros docentes reflexionar sobre su práctica, desarrollar competencias críticas y promover una enseñanza inclusiva que integre desafíos matemáticos, sociales y de género.

2.3.3 Historia de las Mujeres en Matemática.

El análisis situado y feminista de la experiencia de modelación requiere una mirada crítica hacia la historia de las mujeres en matemática y su relación con la construcción del conocimiento matemático. La historia de las mujeres en este campo ha sido sistemáticamente invisibilizada, perpetuando la percepción de las matemáticas como un dominio masculino (Espinosa-Guía, 2021). Esta invisibilización no solo ha limitado las contribuciones visibles de las mujeres, sino que también ha creado barreras simbólicas y materiales que obstaculizan su plena participación. En el proceso de modelación del ciclo

menstrual, la experiencia de las participantes reflejó tensiones vinculadas a estas dinámicas de género, evidenciando la necesidad constante de validar sus aportes en un contexto históricamente excluyente.

Durante la modelación matemática, las dinámicas de poder en los grupos mixtos favorecieron la voz masculina, especialmente en la toma de decisiones tecnológicas y en la construcción de representaciones matemáticas. Este fenómeno responde a la histórica naturalización del dominio masculino en las matemáticas y las ciencias, donde la autoridad epistemológica ha sido atribuida predominantemente a los varones (Espinosa-Guía, 2021; Blanco, 2014). Aunque las participantes femeninas estuvieron involucradas activamente, tendieron a ocupar roles de apoyo, limitando su intervención en decisiones centrales del proceso. Esta situación reafirma las jerarquías de género que estructuran la interacción educativa y científica, reproduciendo estereotipos que asocian la racionalidad y el manejo tecnológico con lo masculino (Rodríguez-Salamanca, 2020).

La necesidad de validación emerge aquí como un elemento crítico. Las participantes femeninas evidenciaron una constante búsqueda de reconocimiento de sus aportes, reflejando no solo dinámicas externas de exclusión, sino también la internalización de desigualdades estructurales que cuestionan su capacidad como agentes matemáticas. Como señala Ceballos (2021), esta necesidad se profundiza debido a la falta de referentes femeninos en el campo de la matemática y la ciencia, lo que contribuye a una brecha de confianza y participación (Saravia y Araya, 2019). Cabe destacar que estas dinámicas se presentaron únicamente en grupos mixtos. En contraste, el grupo compuesto por tres mujeres mostró una interacción con el fenómeno más profunda, sin evidenciar tensiones de poder ni disputas en torno a la discusión matemática o el uso de tecnologías. Esto demuestra que las dinámicas de género inciden profundamente en la manera en que los sujetos interactúan con el fenómeno de estudio y se apropian del conocimiento.

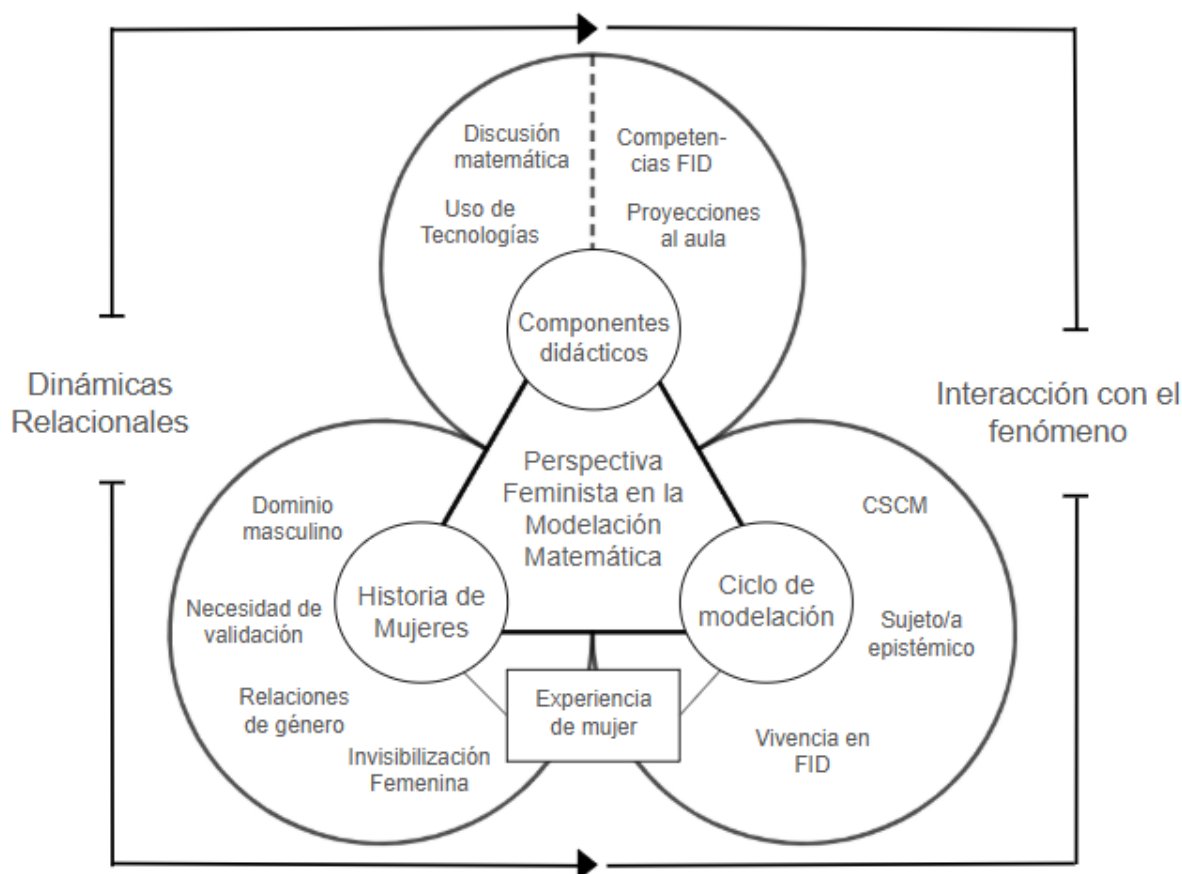
Por otra parte, la inclusión del ciclo menstrual como objeto de modelación matemática representa un acto disruptivo que cuestiona los marcos epistemológicos tradicionales. Desde la epistemología feminista propuesta por Solsona et al. (2021), es posible cuestionar las estructuras de poder que determinan qué conocimientos son válidos y quiénes pueden producirlos. Este enfoque de construye la visión androcéntrica de las matemáticas y

resignifica fenómenos vinculados a la experiencia femenina como parte integral de la construcción social del conocimiento matemático.

El ciclo menstrual, como fenómeno asociado directamente a la experiencia de las mujeres, desafía el sesgo tradicional en la enseñanza matemática, que privilegia contextos despersonalizados y culturalmente neutrales. Solsona et al. (2021) argumentan que incluir las historias y experiencias de las mujeres en el currículo valida su papel como productoras de conocimiento y amplía las fronteras del saber científico al incorporar perspectivas situadas y contextualizadas. En este sentido, modelar el ciclo menstrual permitió a las participantes conectar el conocimiento matemático con su realidad cotidiana y resignificar su historia, así como su capacidad para construir saberes legítimos.

Como destacan Solsona et al. (2021) y López (2022), repensar la construcción del conocimiento matemático implica revisar críticamente las estructuras epistémicas que legitiman ciertos saberes en detrimento de otros. La formación inicial docente (FID) adquiere aquí un rol transformador, al ofrecer a las futuras docentes herramientas que les permitan cuestionar las dinámicas de género y visibilizar la relevancia de los saberes situados. Esto no solo promueve prácticas educativas más equitativas, sino que también valida las experiencias de las mujeres como agentes de conocimiento en un campo históricamente excluyente.

Figura 11: Modelación matemática y perspectiva feminista en la FID. Elaboración propia.



2.4 Conclusiones.

La experiencia de modelación matemática del ciclo menstrual en la formación inicial docente (FID), analizada desde la perspectiva feminista, pone de manifiesto las tensiones y desafíos que enfrentan las mujeres en un campo históricamente estructurado por dinámicas de dominio masculino y jerarquías de poder. El proceso reveló cómo las dinámicas relacionales, la interacción con el fenómeno y la construcción social del conocimiento matemático (CSCM) están profundamente influenciadas por las relaciones de género, lo que afecta la participación equitativa y la validación de los saberes situados de las mujeres.

El análisis crítico de las dinámicas relacionales permitió evidenciar que, en grupos mixtos, la necesidad de validación externa y las barreras impuestas por estereotipos de género limitaron el rol activo de las participantes femeninas. En contraste, los grupos homogéneos conformados por mujeres mostraron una interacción horizontal, lo que facilitó una apropiación más profunda y crítica del fenómeno. Estas diferencias resaltan la importancia de cuestionar las estructuras patriarcales presentes en el aula y promover espacios

equitativos donde todas las voces sean reconocidas y valoradas en la construcción del conocimiento matemático.

En la interacción con el fenómeno, la inclusión del ciclo menstrual como objeto de modelación matemática permitió a las participantes resignificar el conocimiento desde su experiencia de mujer. Este proceso desafió los enfoques tradicionales que descontextualizan las matemáticas y posicionó el fenómeno menstrual como un acto cultural, político y epistémico relevante para la enseñanza de la disciplina. Tal como proponen Solsona et al. (2021), la integración de saberes situados y la validación de la experiencia femenina cuestionan las estructuras de poder que definen qué conocimientos son válidos y quiénes son reconocidos como sujetos epistémicos.

Desde una perspectiva didáctica, el ciclo de modelación matemática en la FID no solo permitió el desarrollo de competencias conceptuales y procedimentales, sino que también favoreció un proceso de resignificación crítica del saber matemático. Las participantes, al interactuar con el ciclo menstrual, conectaron los procesos abstractos con su realidad cotidiana, lo que amplió las fronteras del conocimiento matemático y fortaleció su identidad como productoras de saber.

La experiencia de mujer emergió como un eje central en este análisis, evidenciando su potencial transformador en la construcción del conocimiento matemático. Al situar fenómenos vinculados a la realidad femenina dentro del proceso de modelación, se valida la experiencia de las mujeres como base epistemológica legítima, lo cual es fundamental para desarticular los marcos androcéntricos que han invisibilizado sus aportes en la ciencia y la matemática. Esta integración no solo promueve una enseñanza más inclusiva y equitativa, sino que también permite a las futuras docentes desarrollar una mirada crítica y reflexiva sobre su práctica educativa.

Finalmente, la implementación del ciclo menstrual como objeto de modelación matemática en la FID demuestra la necesidad de incorporar la perspectiva feminista en los procesos formativos. La resignificación del conocimiento a partir de las experiencias situadas, la visibilización de las dinámicas de poder y el reconocimiento de las mujeres como sujetos

epistémicos son pasos clave para transformar la enseñanza matemática y avanzar hacia prácticas educativas críticas, inclusivas y culturalmente relevantes.

Capítulo V. Conclusiones y reflexión personal

1. Conclusiones

El presente estudio logró atender el objetivo general planteado: analizar cómo las dinámicas de género y la experiencia femenina inciden en la interacción con el fenómeno del ciclo menstrual en el contexto de la formación inicial docente (FID). Este análisis permitió comprender cómo estas dinámicas condicionan la interacción con el fenómeno modelado, así como la construcción del conocimiento matemático en escenarios educativos mediados por la perspectiva feminista. La integración de un fenómeno explícitamente vinculado a la experiencia femenina fue clave para cumplir con este propósito, permitiendo que la modelación matemática se resignificara como una práctica que no solo aborda desafíos matemáticos, sino que también cuestiona estructuras de poder y sesgos de género en la FID.

Los objetivos específicos también fueron alcanzados. En primer lugar, el diseño e implementación de una situación de modelación matemática que abordó el fenómeno del ciclo menstrual cumplió con su finalidad de evidenciar dinámicas de género en el aula. En segundo lugar, la metodología cualitativa-fenomenológica feminista permitió analizar estas dinámicas y comprender cómo influyen en la interacción de los futuros docentes con el fenómeno de estudio. Finalmente, se abordó la experiencia de mujeres dentro de esta vivencia de modelación, y se analizó cómo estas ofrecen una visión crítica sobre cómo integrar fenómenos culturalmente relevantes y la perspectiva feminista en la enseñanza de la matemática.

La metodología empleada fue coherente con el foco de estudio, lo que permitió profundizar en las dinámicas de género y explorar cómo esta inciden en las prácticas educativas. El enfoque fenomenológico feminista proporcionó un marco que conectó las experiencias individuales de los participantes con un análisis estructural y crítico de género, resaltando cómo las relaciones de poder influyen en la interacción con el fenómeno y en la construcción del conocimiento matemático.

El diseño de la situación de modelación fue consistente para llevar a cabo una experiencia explícitamente mediada por el género. Este diseño reconoció que todos los escenarios

educativos están atravesados por la variable de género y, en este caso, permitió relevar la experiencia femenina como eje central del proceso. Modelar el ciclo menstrual no solo visibilizó una experiencia históricamente marginalizada en la enseñanza matemática, sino que también facilitó un análisis crítico de las dinámicas de género que condicionan las prácticas educativas. Esto demostró que la experiencia femenina, cuando es integrada en la discusión matemática, puede transformar la enseñanza y resignificar el conocimiento disciplinar.

Entre las limitaciones del estudio, es importante señalar que la investigación se llevó a cabo con una muestra limitada de 14 participantes y se centró exclusivamente en una experiencia de modelación. Por lo tanto, los resultados deben entenderse en este contexto y no pueden generalizarse sin considerar estas restricciones.

De cara al futuro, este estudio abre la puerta a nuevas líneas de investigación. Se espera analizar las dinámicas de género en diferentes espacios de la formación docente en matemáticas, incluyendo experiencias de modelación con muestras más representativas. Además, resulta pertinente explorar otros fenómenos que destaquen la experiencia femenina, para seguir profundizando en el impacto de la perspectiva de género en la FID. Este enfoque tiene el potencial de transformar las prácticas educativas, promoviendo una enseñanza matemática más inclusiva, crítica y culturalmente relevante.

2. Reflexión personal

Participar en este proceso como profesora e investigadora me permitió profundizar en dinámicas y situaciones que han condicionado mi experiencia en la formación inicial docente y en el ámbito de la matemática educativa. Aspectos como el dominio masculino, la constante búsqueda de validación, la colaboración, las relaciones con mis compañeras, el abuso de poder y la lucha por reivindicar nuestra presencia en espacios tradicionalmente excluyentes, cobraron un significado más claro al analizarlos desde una perspectiva crítica. Estas reflexiones no solo me llevaron a comprender mi experiencia de manera más amplia, sino también a reconocer cómo estas dinámicas moldean los espacios educativos.

Mi participación en los movimientos feministas de 2018 fue un hito que marcó mi trayectoria universitaria, fortaleciendo mi conciencia sobre las desigualdades de género. Sin embargo, el construir una problemática de género desde una perspectiva científica, apoyada en antecedentes sólidos y rigurosos, me permitió dar voz y forma a una realidad que no solo me pertenece a mí, sino que refleja la experiencia compartida de muchas mujeres en la matemática y en la ciencia. Este proceso me permitió evidenciar las problemáticas que enfrentamos, mirar hacia atrás y reconocer cómo estas dinámicas han moldeado mi camino desde niña en las aulas de matemáticas hasta ahora, cuando me encuentro investigando con docentes en formación.

El análisis del fenómeno del ciclo menstrual en este trabajo no fue únicamente un acto académico, sino una oportunidad para integrar fragmentos de mi propia historia como mujer en la matemática educativa. Desde mis primeras experiencias como estudiante hasta mi rol actual como docente investigadora, este proceso reflejó las tensiones, los aprendizajes y las aspiraciones que muchas mujeres viven al enfrentarse a estructuras desiguales. Trabajar en esta tesis fue, al mismo tiempo, un ejercicio de auto comprensión y un intento de aportar al cambio en los espacios educativos.

Confío en que este trabajo contribuya a transformar los entornos académicos en matemática educativa, promoviendo espacios más inclusivos y equitativos. Aspiro a que inspire acciones concretas hacia un contexto en el que las mujeres podamos ejercer nuestra creatividad y construir conocimiento en ambientes libres, seguros y que reconozcan y valoren nuestras contribuciones. Para mí, como mujer en el ámbito de la matemática educativa, este esfuerzo tiene un profundo significado personal. Aunque no puedo anticipar su impacto en otros, espero que represente un aporte hacia la construcción de espacios académicos más justos y transformadores.

Capítulo VI. Referencias bibliográficas

- Agencia de Calidad de la Educación. (2023). *PISA 2022: Evaluación internacional de estudiantes tras la pandemia: Competencia Lectora, Matemática y Científica en estudiantes de 15 años en Chile*.
<http://bibliotecadigital.mineduc.cl//handle/20.500.12365/20287>
- Agencia de Calidad de la Educación. (2024). *Resultados educativos 2023*.
<https://www.agenciaeducacion.cl/simce/>
- Angós, T. (2021). Género y ciencia. La educación científica. *Revista de Psicodidáctica*, 9, 183-214.
- Araújo, J. (2012). Ser Crítico em Projetos de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 26, 839-859.
<https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000300005>
- Arrieta, J., y Díaz, L. (2015). Una Perspectiva De La Modelación Desde La Socioepistemología. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 18(1), 19-48.
- Artigue, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245-274.
<https://doi.org/10.1023/A:1022103903080>
- Barbosa, J. (2006). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, 38(3), 293-301. <https://doi.org/10.1007/BF02652812>
- Barquero-Ocampo, A., Chaves-Montero, D., Chavarria Vásquez, J., y Gamboa-Araya, R. (2024). *Competencias sobre modelización matemática que muestran un grupo de docentes en formación al resolver problemas*. <https://hdl.handle.net/11056/28859>

- Beirute-Brealey, T. (2023). *Programas de formación inicial y abordajes en la formación de los formadores respecto al desarrollo de habilidades según género, sexismos y estereotipos en la educación*. Estado de la Educación, San José.
http://repositorio.conare.ac.cr:8080/bitstream/handle/20.500.12337/8535/Beirute_T_Programas_formacion_inicial_abordajes_formacion_formadores_desarrollo_habilidades_genero_sexismos_estereotipos_IEE_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Biembengut, S. (2007). Modelling and Applications in Primary Education. En W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, y M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (pp. 451-456). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_50
- Biembengut, S. y Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación matemática*, 16(2), 105-125.
- Blanco, V. (2014). *Educación matemática desde una perspectiva feminista. Algunas ideas para aplicar en el aula*. [Trabajo de Postgrado: Ciencia, Tecnología y Sociedad: conocimiento y participación].
- Blazquez-Graf, N., Flores-Palacios, F. y Ríos-Everardo, M. (2010). *Investigación feminista. Epistemología, metodología y representaciones sociales*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/1908>
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling: A theory for practice. En Clarke Barbara, D. M. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johansson, D. V. Lester, A. Wallby, & K. Wallby (Eds.), *International Perspectives on learning and teaching mathematics* (pp. 145-159). National Center for Mathematics Education.
- Blomhøj, M., y Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its*

- Applications: An International Journal of the IMA*, 22(3), 123-139.
- <https://doi.org/10.1093/teamat/22.3.123>
- Blum, W., y Leib, D. (2005). *"Filling up"– the problem of independencepreserving teacher interventions in lessons with demanding odelling tasks*. 1623-1633.
- Boix, M. (2002). Comunicación, feminismo y nuevas tecnologías. *Revista Aportes Andinos*, AA(4), 1-8.
- Carmona, P. y Correa, P. (2019). Resignificación de los conceptos geométricos en los poliedros Platónicos a través de la modelación. *Memorias del Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones*, 97-105.
- Carrillo, I. (2017). Los nudos del género. Apuntes para la formación ética de educadoras y educadores. *Revista internacional de educación para la justicia social (RIEJS)*, 6(2), 29-48.
- Ceballos, B. (2021). *Desarrollo de género y actitudes hacia las matemáticas: El tránsito de la infancia a la adolescencia en mujeres* [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana].
<https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/1149beec-348c-4417-9b2d-a7f1d3473ead/content>
- Chavarría-Vásquez, J. y Gamboa-Araya, R. (2024). La modelación matemática en el proceso de formación de docentes de matemática de secundaria. *Revista Electrónica Educare*, 28(1), Article 1. <https://doi.org/10.15359/ree.28-1.17503>
- Claudio, C., Ponce, H., y Oliva, M. (2024). Formación inicial de las docentes y los docentes y biografías de mujeres en libros ilustrados de no ficción. *Cadernos CEDES*, 44, 106-120. <https://doi.org/10.1590/CC271187>
- Correa, M., Marín, A., Gómez, P., Mesa, Y., y Villa-Ochoa, J. A. (2015). Concepciones de formadores de profesores sobre la modelación matemática y la relación con sus

- prácticas de enseñanza. *Anais da IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*, 1-16. <https://core.ac.uk/reader/33253020>
- CPEIP. (2021). *Estándares Orientadores para la Formación Inicial Docente – Cpeip*. Ministerio de educación. <https://www.cpeip.cl/estandares-formacion-docente/>
- D'Ambrosio, U. (2001). *In My Opinion: What Is Ethnomathematics, and How Can It Help Children in Schools?* <https://doi.org/10.5951/TCM.7.6.0308>
- D'Ambrosio, U. (2009). Mathematical modeling: Cognitive, pedagogical, historical and political dimensions. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1).
- del Río, M. F., Strasser, K., y Susperreguy, M. I. (2016). ¿Son las habilidades matemáticas un asunto de género?: Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de Kinder, sus familias y educadoras. *Calidad en la educación*, 45, 20-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-45652016000200002>
- Echeconea, M., y Mansilla, M. (2019). LAS POSIBILIDADES DE LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA CON UNA PERSPECTIVA POPULAR, FEMINISTA Y REVOLUCIONARIA. XIII Jornadas de Sociología. <https://www.aacademica.org/000-023/637>
- Espinosa-Guía, C. (2021). Organización social y dominio masculino en las matemáticas. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 51(3), 231-260.
- Espinosa-Guía, C. (2010). *Diferencias entre hombres y mujeres en educación matemática: ¿Qué pasa en México?*
- Espinoza, A. y Taut, S. (2016). El Rol del Género en las Interacciones Pedagógicas de Aulas de Matemática Chilenas. *Psykhé (Santiago)*, 25(2), 1-18. <https://doi.org/10.7764/psykhe.25.2.858>
- Ficoseco, V. (2016). Mujeres y tecnologías digitales. Antecedentes del campo de los estudios de género para el análisis de esta confluencia. *Revista Extraprensa*, 9(2), 87-98.

- Forero, A. (2020). Procesos de modelación matemática en formación de profesores de matemáticas. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 9(2), 66-79.
- Gaisman, M. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación educativa*, 9(46), 75-87.
- Gaona-Paredes, J. (2018). Integrar tecnología en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, factores claves. *REGIES: Revista de Gestión de la innovación*, 3(1), 75-93.
- García, E., y Calvo, E. (2022). Perspectiva de género en Inteligencia Artificial, una necesidad. *Cuestiones de género: de la igualdad y la diferencia*, 17, 111-127.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F., Mena-Marcos, J. J., y González-González, C. (2017). Introducción de la Perspectiva de Género en la docencia de Ingeniería del Software. *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y competitividad, CINAIC 2017, 2017, ISBN 978-84-16723-41-6, págs. 627-631, 627-631.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7731884>
- Garrido, A. (2023). Formación del profesorado con perspectiva de género: Imaginarios excluyentes y transformadores contruidos en la academia post movimiento feminista en Chile en 2018. *Revista Conhecimento Online*, 2, 22-50.
<https://doi.org/10.25112/rco.v2.3280>
- Gómez Úsuga, P., Correa Carvajal, M., Marín Ríos, A., Mesa, Y., y Villa Ochoa, J. (2015). *Aspectos sociocríticos en la modelación matemática: Una revisión documental.*
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/8762>
- González, V. (2006). Las Tecnologías de la Información Desde El Punto de Vista de Género: Posturas y Propuestas Desde El Feminismo. *Isegoría*, 34, 193-208.

- Gracia, I. (2022). *Usos diferenciales de la tecnología con perspectiva de género*.
<http://hdl.handle.net/10251/184660>
- Hein, N., y Biembengut, S. (2006). Modelaje matemático como método de investigación en clases de matemáticas. *Memorias del V festival internacional de matemática*, 1-25.
- Huincahue-Arcos, J., Borromeo-Ferri, R., y Mena-Lorca, J. (2017). El conocimiento de la modelación matemática desde la reflexión en la formación inicial de profesores de matemática. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 99-115. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2277>
- IEA. (2019). *TIMSS 2019 International Reports – TIMSS & PIRLS International Study Center at Boston College*. <https://timss2019.org/reports/index.html>
- Jiménez-Cortés, R. (2021). Diseño y desafíos metodológicos de la investigación feminista en ciencias sociales. *Empiria: Revista de metodología de ciencias sociales*, 50, 177-200.
- Kaiser, G., y Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302-310.
<https://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Leal, N. (2000). El método fenomenológico: Principios, momentos y reducciones. *Revista Electrónica de Investigación Científica, Humanística y Tecnológica*, 1(2), 51-60.
- Leite, A., Triviño-Cabrera, L., y Martagón, V. (2024). «Aula Feminista»: Un proyecto de investigación para la formación y conciencia feministas del futuro profesorado. *Libro de resúmenes de trabajos a IRED'23.*, 35-37. <http://hdl.handle.net/11201/163471>
- Macías, G. (2018). Metodología para la Investigación Cualitativa Fenomenológica y/o Hermenéutica. *Revista Latinoamericana de Psicología Existencial UN ENFOQUE COMPRENSIVO DEL SER*, 17, Article 17.
- Martínez, I., y Artiaga, G. (2017). Des-patriarcalizar y des-colonizar la educación.

Experiencias para una formación feminista del profesorado. *Revista internacional de educación para la justicia social (RIEJS)*, 6(2), 81-95.

Martínez-Galaz, C., Palomera-Rojas, P., Baquero-Mendieta, G. y Melo-Letelier, G. (2024).

Concepciones del profesorado formador de formadores sensible a la relación entre el género y la educación científica. *Formación universitaria*, 17(1), 33-44.

<https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000100033>

Millán La Rivera, C., González-García, G., López Barraza, A., Vizcarra, R., Reyes Ochoa, L.,

Millán La Rivera, C., González-García, G., López Barraza, A., Vizcarra, R., y Reyes

Ochoa, L. (2023). Análisis de la diversidad en programas de formación inicial docente de pedagogía básica. *Psicoperspectivas*, 22(1), 77-90.

<https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol22-issue1-fulltext-2870>

MINEDUC. (2023a). *El Marco General de Educación Inclusiva*. Unidad de Inclusión y Participación; Documento de Trabajo.

MINEDUC. (2023b). *Promover la igualdad de género en el aprendizaje*. Educación sin brechas. <https://educacionsinbrechas.mineduc.cl/>

MINEDUC. (2024). *Brechas de género en Educación Superior 2023*. Ministerio de educación.

<https://www.mineduc.cl/subsecretaria-de-educacion-superior-lanza-informe-de-brechas-de-genero/>

MINEDUC Chile, U. de C. y E. (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° Medio*.

<https://www.curriculumnacional.cl/portal/Documentos-Curriculares/Bases-curriculares/91414:Bases-Curriculares-3-y-4-Medio>

Mizala, A. (2018). Género, cultura y desempeño en matemáticas. *Anales de la Universidad de Chile*, 14, Article 14. <https://doi.org/10.5354/0717-8883.2018.51143>

Molina-Toro, J. F., Villa-Ochoa, J. y Suárez-Téllez, L. (2018). La modelación en el aula como un

- ambiente de experimentación-con-graficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 87-115.
- Molina-Mora, J.-A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 31(2), 19-36.
- Montiel, G. y Buendía, G. (2012). (PDF) Un esquema metodológico para la investigación socioepistemológica: Ejemplos e ilustraciones. En *Metodología en Matemática Educativa: Visiones y Reflexiones* (Programa Editorial del Programa en Matemática Educativa, pp. 61-88). Lectorum.
- https://www.researchgate.net/publication/261951215_Un_esquema_metodologico_para_la_investigacion_socioepistemologica_ejemplos_e_ilustraciones
- Mora, A. (2015). Modelación matemática en la formación de profesores. En J. Ortiz (Ed.), *Investigaciones en educación matemática. Aportes desde una unidad de investigación* (Vol. 1, pp. 1-13). Universidad de Carabobo.
- <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/2749>
- Morales, N. (2015). *Investigación exploratoria: Tipos, metodología y ejemplos*. <https://www.lifeder.com/investigacion-exploratoria>.
- Navas, M. (2013). La investigación feminista y la perspectiva de género. *Conjeturas Sociológicas*, 92-99.
- Niss, M. (2012). Models and Modelling in Mathematics Education. *EMS Newsletter*, 86, 49-52.
- Niss, M. y Blum, W. (2020). *The Learning and Teaching of Mathematical Modelling*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315189314>
- Ocio, R. (2023). Igualdad de género y formación inicial del profesorado en España: Entre la

- utopía y la realidad. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 27(1), Article 1. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v27i1.21192>
- OECD. (2014). *Resultados de PISA 2012: Lo que los estudiantes saben y pueden hacer (Volumn I): Rendimiento de los estudiantes en matemáticas, lectura y ciencias*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2012-results-what-students-know-and-can-do-volume-i-revised-edition-february-2014/summary/spanish_52958f83-es
- OECD. (2023, diciembre 5). *PISA 2022 Results (Volume I)*. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.html
- Ortiz, J., y Mora, A. (2015). Capacidades didácticas en el diseño de tareas con modelación matemática en la formación inicial de profesores. *Perspectiva Educacional*, 54(1), 110-130. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.54-Iss.1-Art.281>
- Parra, M. (2015). *Participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de modelación matemática: Reflexiones a partir de la perspectiva socio-crítica de la modelación matemática*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/6579>
- Patarroyo-López, L. (2022). Formación Inicial: Desafíos actuales y tendencias de respuesta para la profesionalización docente. *Congreso Caribeño de Investigación Educativa*, 3, 23-30.
- Peña-Páez, L., y Morales-García, J. F. (2016). La modelación matemática como estrategia de enseñanza-aprendizaje: El caso del área bajo la curva. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 64-71. <https://doi.org/10.26507/rei.v11n21.637>
- Pérez-Vera, I. y Salazar-Cortez, P. (2024a). Diseño de un curso de formación inicial para profesores, que integra la modelación matemática escolar con evaluación de

tecnologías. *El cálculo y su enseñanza*, 20(1), 15-44.

Pérez-Vera, I. y Salazar-Cortez, P. (2024b). Modelación matemática como propuesta de trabajo para superar obstáculos y dificultades en el cálculo escolar. Una experiencia en formación inicial docente. *ACTA LATINOAMERICANA DE MATEMÁTICA EDUCATIVA*, 37(1). <https://alme.org.mx/revista/index.php/alme/article/view/100>

Pérez, I. (2020). Una significación de los coeficientes de una función cuadrática: Una experiencia de modelación en formación de profesores. *Paulo Freire. Revista de Pedagogía Crítica*, 23, 177-194. <https://doi.org/10.25074/07195532.23.1657>

Ramos-Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), 1-6.

Rodríguez, C. (2012). "En matemáticas soy la que saco mejor calificación": Identidad de género y representaciones sociales de las matemáticas escolares. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 25, 65-74.

Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(1), 99-124. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1914>

Rodríguez-Salamanca, V. (2020). Coeducación: Aproximación a una epistemología feminista en el aula. *Revista de estudios de género: La ventana*, 6(51), 32-52.

Romero, L. (2017, noviembre 8). Formación docente y Género: Un campo en construcción. // *Congreso Metropolitano de Formación Docente*. II Congreso Metropolitano de Formación Docente.

<http://eventosacademicos.filo.uba.ar/index.php/CMFD/CMFD2012/paper/view/144>

Salazar, C., Mancera, G., Camelo, F., y Perilla, W. (2017, septiembre). *Una propuesta para el desarrollo de prácticas pedagógicas de modelación matemática en la perspectiva socio crítica* [Contribución a Actas de Congreso]. Encuentro Distrital de Educación Matemática. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
<https://comunidad.udistrital.edu.co/edem4/memorias/>

Sánchez-Compañía, M. T., Sánchez-Cruzado, C., Macías García, J., Duarte, I., Arnal, M. y García-Pardo, F. (2018). La perspectiva de género en el aula de matemáticas: Un reto para la formación del profesorado. *Investigación en Educación Matemática XXII, 2018, ISBN 978-84-17445-11-9, pág. 664, 664.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8242924>

Saravia, C. y Araya, M. (2017). Participación en clases de matemática: Una mirada integrada entre educación matemática crítica y feminismo comunitario. *Revista Chilena de Educación Científica, 16(2), 33-39.*

Sillero, S. y Hernández, C. (2019). *Libro Blanco de las mujeres en el ámbito tecnológico.*

Skovsmose, O. (1999). Hacia una filosofía de la educación matemática crítica. *Bogotá: Una Empresa Docente (Trabajo original publicado en 1994).*

Solsona, N., Quintanilla, M., y Ariza, Y. (2021). Perspectivas metateóricas actuales en la didáctica de las ciencias y la emergencia del modelo de género. *Bio-grafía.*
<https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/15704>

Stasiejko, H., Tristany, S., Pelayo Valente, L. y Krauth, K. (2009). La triangulación de datos como criterio de validación interno en una investigación exploratoria. *II Congreso Internacional de Investigación, 2-14 de noviembre de 2019.*
https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.12024/ev.12024.pdf

Trigueros, A. y Martínez, R. (2001). Las mujeres, las Nuevas Tecnologías y la Educación. Un

camino lleno de obstáculos. En *Educación en la sociedad de la información* (pp. 215-248).

UNESCO. (2018). *Resumen sobre género del informe de seguimiento de la educación en el mundo 2018: Cumplir nuestros compromisos de igualdad de género en la educación—UNESCO Biblioteca Digital.*

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261945>

UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)—UNESCO Biblioteca Digital.*

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>

UNESCO. (2022). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2022: Informe sobre género, profundizar en el debate sobre quienes todavía están rezagados—UNESCO Biblioteca Digital.* <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382498>

Valero, P. (2010). Mathematics education as a network of social practices: Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. *Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, LIV-LXXX.

Valero, P., Andrade-Molina, M., Montecino, A., Valero, P., Andrade-Molina, M. y Montecino, A. (2015). Lo político en la educación matemática: De la educación matemática crítica a la política cultural de la educación matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 18(3), 7-20.

<https://doi.org/10.12802/relime.13.1830>

Villa-Ochoa, J. (2012). Modelación Matemática Escolar. Algunas Reflexiones Frente a su Relación con la Cultura. *XXVI Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa*, 210-219.

Villa-Ochoa, J., González Gómez, D. y Carmona-Mesa, J. (2018). Modelación y Tecnología en

el Estudio de la Tasa de Variación Instantánea en Matemáticas. *Formación Universitaria*, 11(2), 25-34.

Villa-Ochoa, J., Bustamante, C. y Berrio, M. (2010). *Sentido de realidad en la modelación matemática* [Contribución a Actas de Congreso]. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. <http://www.clame.org.mx/alme.htm>

Anexos

