



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Informática**

Estrategia didáctica para la enseñanza del Álgebra en Ingeniería  
basada en procesos de modelación y TIC

**Tesis**

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Grado de

**Doctora en Innovación en Tecnología Educativa**

Presenta

**María Guadalupe de Lourdes Acosta Castillo**

Dirigido por:

Dr. Hugo Moreno Reyes

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Querétaro, Qro. a 30 de mayo de 2023.



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Informática**  
**Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa**

Estrategia didáctica para la enseñanza del Álgebra en Ingeniería basada en  
procesos de modelación y TIC

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado  
Doctora en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

María Guadalupe de Lourdes Acosta Castillo

Dirigido por:

Dr. Hugo Moreno Reyes

Dr. Hugo Moreno Reyes  
Presidente

Dra. Magda Concepción Morales Barrera  
Secretaria

Dr. Víctor Larios Osorio  
Vocal

Dra. Ma. Teresa García Ramírez  
Suplente

Dra. Claudia Cintya Peña Estrada  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Mayo 2023  
México

Dedicatorias.

Agradecimientos.

A Fernanda, Lourdes y Odín.

A CONHACYT por el apoyo otorgado para la realización del posgrado.

Índice.

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	13
1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	15
1.3 OBJETIVOS .....	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 ESTADO DEL ARTE .....	17
2.2 MARCO TEÓRICO .....	26
2.2.1 EL ÁLGEBRA COMO RAMA DE LAS MATEMÁTICAS Y SU DIDÁCTICA.....	27
2.2.2 IDONEIDAD DIDÁCTICA DEL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO DEL CONOCIMIENTO Y LA INSTRUCCIÓN MATEMÁTICOS (EOS). .....	28
2.2.3 MODELACIÓN MATEMÁTICA. ....	38
2.2.4 NANO OPEN ONLINE COURSE (NOOC) .....	41
CAPÍTULO 3. PROCEDER METODOLÓGICO DEL TRABAJO DE TESIS .....	43
3.1 MARCO METODOLÓGICO .....	43
CAPITULO 4. ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA (FASE 1) .....	49
4.1 APLICACIÓN DE INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS PREVIAS.....	50
4.2 CONSULTA A EXPERTOS.....	52
4.3 ENCUESTA DE APROPIACIÓN TECNOLÓGICA .....	52
4.4 SELECCIÓN DE TEMAS PARA LA INTERVENCIÓN.....	54
CAPITULO 5. DISEÑO Y DESARROLLO DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA (FASE 2) .....	66
5.1    DESARROLLO DEL NOOC.....	66
5.1.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL .....	66
5.1.2 DESARROLLO DEL CURSO .....	76
5.1.3 DESARROLLO DE CONTENIDOS PRIMERA ITERACIÓN .....	117

CAPITULO 6. IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA (FASE 3) .....	123
6.1 IMPLEMENTACIÓN PRIMERA ITERACIÓN .....	123
6.1.1 RESULTADOS PRIMERA ITERACIÓN.....	123
6.1.2 REFINAMIENTO DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN CON BASE EN LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA ITERACIÓN .....	127
6.2. DESARROLLO DE CONTENIDOS SEGUNDA ITERACIÓN .....	131
6.2.1 IMPLEMENTACIÓN SEGUNDA ITERACIÓN .....	137
6.2.2 RESULTADOS SEGUNDA ITERACIÓN.....	138
7 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN .....	142
8 PRINCIPIOS DE DISEÑO .....	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	145

Índice de tablas.

Tabla 1.....	51
Tabla 2.....	60
Tabla 3.....	63
Tabla 4.....	67
Tabla 5.....	69
Tabla 6.....	71
Tabla 7.....	73
Tabla 8.....	124
Tabla 9.....	125
Tabla 10.....	138
Tabla 11.....	140

Índice de Figuras.

Figura 1.....	11
Figura 2.....	29
Figura 3.....	30
Figura 4.....	31
Figura 5.....	32
Figura 6.....	33
Figura 7.....	34
Figura 8.....	35
Figura 9.....	36
Figura 10.....	37
Figura 11.....	40
Figura 12.....	46
Figura 13.....	47
Figura 14.....	48
Figura 15.....	55
Figura 16.....	56
Figura 17.....	57
Figura 18.....	58
Figura 19.....	59
Figura 20.....	65
Figura 21.....	66
Figura 22.....	77
Figura 23.....	78
Figura 24.....	79
Figura 25.....	80



Figura 26.	81
Figura 27.	82
Figura 28.	83
Figura 29.	84
Figura 30.	85
Figura 31.	86
Figura 32.	87
Figura 33.	88
Figura 34.	89
Figura 35.	90
Figura 36.	91
Figura 37.	92
Figura 38.	93
Figura 39.	94
Figura 40.	95
Figura 41.	96
Figura 42.	97
Figura 43.	98
Figura 44.	99
Figura 45.	100
Figura 46.	101
Figura 47.	102
Figura 48.	103
Figura 49.	104
Figura 50.	105
Figura 51.	106
Figura 52.	107
Figura 53.	118
Figura 54.	119
Figura 55.	120
Figura 56.	121
Figura 57.	122
Figura 58.	123
Figura 59.	128
Figura 60.	129
Figura 61.	130
Figura 62.	131
Figura 63.	132
Figura 64.	133
Figura 65.	135
Figura 66.	136
Figura 67.	137
Figura 68.	140

## RESUMEN

La Tecnología Educativa se aproxima con investigaciones basadas en tendencias de actualidad, mostrando un crecimiento en estos temas de investigación. Dichas tendencias podrían verse afectadas por una rigurosidad deficiente en la metodología que siguen para maximizar las oportunidades que ofrece la tecnología en las investigaciones educativas. Debido a la visión orientada en solucionar problemas de forma interdisciplinar, la Investigación Basada en el Diseño (IBD) ofrece una opción de metodología de creciente aceptación y validez. La IBD ha desarrollado un gran número de trabajos de investigación relacionados con el aprendizaje y escenarios virtuales. Además, su campo de aplicación se refiere a diferentes ciencias aplicadas, ya que sus resultados podrían implementarse en la solución de problemas y relacionan a la teoría con la práctica (Benito y Salinas, 2016). En este trabajo de investigación se analizan las deficiencias en las competencias específicas previas presentadas por los estudiantes en las asignaturas de ingeniería relacionadas con Álgebra por medio de la metodología IBD como base general para el desarrollo de cada una de sus etapas, iniciando con la definición - análisis y la situación – diagnóstico de la problemática, donde se concurrió a la resolución de expertos, para posteriormente aplicar un instrumento de evaluación con las principales competencias previas relacionadas con Álgebra requeridas por los estudiantes de Ingeniería y una encuesta de apropiación tecnológica. Enseguida se presenta el diseño y desarrollo de la estrategia didáctica, la cual se basa en la idoneidad didáctica del Enfoque Ontosemiótico (EOS) por medio de procesos de modelación, y utilizando al NOOC como tecnología digital que ofrece tiempos de duración breve para cumplir con la nivelación en el área de Álgebra requerida por estudiantes de ingeniería.

**(Palabras clave:** modelación, tecnología, Álgebra)

## ABSTRACT.

The investigations related to Educational Technology are characterized by an acceleration in the emerging research themes and follow the current trends. This will lead to a lack of attention to the methodological rigor and the complete potential of the Technology in learning processes.

The Educational Investigation presents an interdisciplinary approach and orientation to the solution of problems, by which a Design Based Research (DBR) represents a methodology option with validity and each has its application. The DBR paradigm is based on a large number of e-learning-related investigations, as well as virtual learning scenarios. Moreover, its application camp refers to different applied sciences, and its results can be implemented in the solution of problems and related to theory with practice (Benito and Salinas, 2016).

The present work addresses the issues of the deficiencies in the specific competencies presented by the students in the engineering assignments related to Algebra by means of the DBR methodology as a general basis for the development of one of its stages, starting with the situation - diagnostic of the problem, taking into account the opinion of experts, the application of an evaluation tool with the main competencies related to Algebra required by the Engineering students and a technology appropriation survey. Then presents the design and development of the didactic strategy, which is based on the didactic suitability of the Ontosemiotic Approach (EOS), and uses the NOOC as digital technology that conveys letter with the level Algebra area required by engineering students.

**(Key words:** modeling, technology, Algebra)

## INTRODUCCIÓN

El ser humano y la tecnología han desarrollado una compleja relación a través del tiempo. En primer lugar, la tecnología es utilizada como un medio para optimizar los sentidos y las capacidades humanas, ya que, a diferencia de los animales, el ser humano es capaz de transformar el entorno y adaptarlo a sus necesidades como individuo y como ser social (Adell, 2006).

La tecnología y su relación con la educación hace referente de manera inicial a la presencia de las herramientas tecnológicas resultantes de la revolución científico – tecnológica, así como a los recientes avances en las tecnologías de información y comunicación (Delgado, 2011), en este sentido, la Tecnología y la Educación se han encontrado relacionados desde el origen del hombre en la tierra. En la Figura 1 se presenta una agrupación de acontecimientos históricos donde las herramientas tecnológicas han participado con los procesos educativos.

Figura 1.

Herramientas tecnológicas y educación.

año	herramienta
30,000 A.C.	Pinturas rupestres
510 A.C.	Academia de Pitágoras
105	Elaboración de papel en China
382	Transcripción de manuscritos
1450	Imprenta de Gutenberg
1600	Educación en Autas
1700	Plazarrón
1800	Libros de texto
1910	Imágenes
1920	Radio
1930	Proyector de imágenes
1940	Proyector de acetatos
1960	Televisor
1970	Videograbadora
1980	Espinets de audio personales
1990	Computadora
1991	Plazarrón interactivo
1995	Internet
2000	Dispositivos digitales

Durante la Segunda Guerra Mundial los métodos de enseñanza – aprendizaje se involucraron en la búsqueda de la masificación y optimización por lo que durante las décadas de 1950 – 1960 se utilizaron tecnologías audiovisuales como vértice de principios conductistas en ambientes educativos. Para la década de 1970, se crean asociaciones internacionales de diseño y evaluación de la enseñanza, lo cual lleva a un replanteamiento de la utilidad de las herramientas tecnológicas para los sistemas educativos en las siguientes dos décadas (Area, 2009).

A mediados del siglo XX, las tecnologías digitales permitieron la comunicación a través de audio y video, vía satelital y después, de manera más comercial, a través de Internet, principalmente con una finalidad militar. Posteriormente, a finales de siglo, organismos gubernamentales y de educación superior con suficiente capacidad económica fueron los primeros en realizar sesiones de trabajo y cursos a distancia en espacios institucionales para que “alumnos presenciales” recibieran conocimientos “a distancia”.

Poco a poco, las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) se fueron democratizando (Valencia, 2015), inicialmente de cursos a distancia y, más tarde, de cursos completamente virtuales de las instituciones que, ya para el siglo XXI, desarrollaban las modalidades presencial, no presencial y mixta.

Con la democratización de las redes y herramientas telemáticas, las opciones de educar ya no se restringen al espacio físico presencial del docente y el alumnado. Ahora, estas redes y herramientas digitales permiten agilizar los procesos administrativos para ofertar los mismos cursos presenciales y la novedad de una nueva modalidad de “semipresenciales” a través del Internet, online o en línea. Así, los procesos académicos fueron puestos poco a poco a disposición de una mayor población, siendo cada vez más los contenidos de su interés solicitados con base en sus propias necesidades y aficiones.

En muy pocos años, la oferta educativa a través de internet se ha extendido y consolidado, rompiendo las barreras de la distancia y de la presencialidad. Así es como surgió el Modelo Educativo (completamente) Virtual. En un modelo virtual, por

medio de las correspondientes herramientas tecnológicas, el estudiante está en el centro de los planteamientos, esfuerzos e intervenciones de acompañamiento psicopedagógico y académico instruccional del docente (Area, 2002).

El presente trabajo realiza una propuesta de estrategia didáctica basada en la idoneidad didáctica del enfoque Ontosemiótico de lo didáctico (EOS), tomando en cuenta procesos de modelación y utilizando un NOOC con el objetivo de afrontar la deficiencia en el área de Álgebra presentada por estudiantes de ingeniería en las competencias previas de las asignaturas matemáticas y aquellas propias de su carrera.

## CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre las diferentes etapas del entorno educativo de los estudiantes, la transición de la educación media superior al nivel superior, supone una serie de cambios en diferentes aspectos psicológicos y sociales, desde la cantidad de alumnos presentes en cada aula hasta los métodos de enseñanza y los ambientes de aprendizaje donde requieren el dominio de diferentes habilidades y competencias, entre ellas las habilidades matemáticas necesarias para continuar exitosamente con sus estudios a nivel superior (Rodríguez y Díaz, 2015).

En este contexto, la estructura escolar mexicana y latinoamericana presenta una gran desigualdad en cuanto al acceso a la cantidad y calidad de conocimientos, siempre relacionados a la cantidad de capital social y económico disponible (Palmas, 2018).

Por otra parte, El Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (Programme for International Student Assessment, PISA), tiene como objetivo el establecimiento del nivel en el cual se encuentran fortalecidos los estudiantes después del nivel básico escolar. Esto con la realización de una evaluación enfocada en la valoración de los beneficios obtenidos con los diferentes sistemas educativos para lecturas,

matemáticas y ciencia. Para la evaluación realizada en el año 2015, el puntaje fue de 408, valor que ha continuado por debajo del promedio que han obtenido los demás países participantes, así como el puntaje obtenido en la evaluación anterior. La evaluación para el año 2018 no presenta mayor progreso, solamente el incremento en la matrícula estudiantil y la disminución en la brecha de género (Schleicher, 2019).

Con el puntaje mencionado, menos de una cuarta parte de estudiantes se encuentran por debajo del nivel de eficiencia dos. Este nivel, en el área matemática, se refiere a la realización de procedimientos como operaciones aritméticas, en situaciones donde se reciben todas las instrucciones necesarias, pero los estudiantes presentan una dificultad en la forma que una situación sencilla del mundo real puede ser representada de manera matemática (OECD, 2016).

Dicha evaluación destaca cuatro apartados en relación al área matemática: en primer lugar toma en cuenta el dominio que se va a evaluar, al cual denomina alfabetización matemática, diferenciado del programa de estudios; en segundo lugar toma en cuenta el marco teórico con sus componentes de contenido, contexto y competencias; en tercer lugar analiza las variables que intervienen en la complejidad del diseño de los instrumentos de evaluación; en cuarto lugar el estudio empírico de las competencias escolares (Rico, 2006).

A partir de estos apartados, surgen diferentes enfoques para las matemáticas escolares, entre los cuales destacan: el enfoque instrumental o tecnológico para el dominio y uso de conceptos básicos; el enfoque estructural o técnico como un sistema de reglas y conceptos basado en la deducción; el enfoque funcional para modelizar situaciones y resolver problemas de diferentes contextos; y el enfoque integrado con actividad autónoma e interacción de situaciones y contextos (Lupiañez, 2009).

El espacio donde se realiza el aprendizaje de las matemáticas se relaciona con la investigación científica y en las instituciones educativas se observa en dos formas: con las actividades enfocadas en la enseñanza y por otra parte las enfocadas en el

aprendizaje, separando la forma en que se analizan y abordan con diferentes objetivos. Por una parte aparece el papel docente con la aplicación de estrategias que promuevan el aprendizaje de manera significativa adaptadas en cada contexto en particular. En el segundo caso, los estudiantes deben realizar actividades que les ayuden en la construcción de su conocimiento para saber utilizarlo en las situaciones específicas que encuentren en su vida diaria y en su actividad en el campo laboral (Moreno, Oñate y Alcántara, 2016).

También recae en los docentes la función de innovar con las actividades que realizan y los recursos que utilizan relacionados con Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) de manera efectiva. Por otro lado, su implementación debe tomar en cuenta la experiencia personal y complementarlo con el proceso de enseñanza – aprendizaje (García-Valcárcel y Hernández, 2013).

Esta información confirma el hecho de que el bajo aprovechamiento escolar en el área de matemáticas se encuentra vigente como un fenómeno de estudio que afecta de manera importante el proceso de aprendizaje de los estudiantes y al proceso educativo en general, definiendo al bajo aprovechamiento como el resultado del proceso de enseñanza aprendizaje que no se realizó en los parámetros definidos, obteniendo una calificación numérica baja (Moreno, 2017).

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

A pesar de las diferentes reformas y perfeccionamiento de planes de estudio realizados en educación a través del tiempo, existe una dificultad general y continua para estudiantes en la transición de la Aritmética al Álgebra, así como el desarrollo del pensamiento y resolución de problemas algebraicos (Socas, 2011).

Entre las principales dificultades en la transición a la educación superior, se encuentra la enseñanza de Álgebra, donde deben tomarse en cuenta la aproximación y comprensión de los nuevos conocimientos por los estudiantes (Alcalá, 2002). Esta problemática es reflejada a través del avance que tienen los



estudiantes dentro del sistema educativo, donde en el caso de carreras de Ingeniería, el conocimiento algebraico es de suma relevancia y la base para alcanzar las competencias requeridas por las asignaturas matemáticas y de las asignaturas propias de la carrera que hacen uso de las matemáticas. En estas asignaturas iniciales, el conocimiento matemático es aplicado de tal forma que se abre el camino hacia otras asignaturas de mayor especialización, donde se presentan problemas reales que buscan optimizar los recursos disponibles, impactando en indicadores relacionados con el cumplimiento de objetivos establecidos que serán fundamentales en su desempeño profesional al egresar.

Como parte del Tecnológico Nacional de México, el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato (ITESG) cuya fundación se remonta al año 2009, ofrece actualmente las Ingenierías de Sistemas Computacionales, Industrial, Industrias Alimentarias, Mecatrónica y Gestión Empresarial. En el ingreso a una carrera de Ingeniería, se requiere un nivel matemático competitivo, sobre todo en el área de Álgebra. A pesar de esto, se ha observado a través del tiempo que los estudiantes que ingresan en el ITESG no poseen el nivel requerido en esta área, por lo que se han desarrollado diversas estrategias entre las que destacan el uso de la plataforma México X, cursos adicionales y la integración de asignaturas emergentes. Otras opciones disponibles incluyen el pago de cursos por parte de los estudiantes de manera particular, ya sea en instituciones públicas o privadas pero la inversión monetaria requerida limita la participación en ellas. Con estos antecedentes los resultados que se han obtenido no han sido los requeridos en cerca de un 90% de los estudiantes, donde se ha observado un bajo desempeño para las asignaturas iniciales de los planes de estudio concernientes a las áreas matemáticas llegando a impactar de manera importante en el nivel de deserción escolar, por lo que resulta factible la elaboración de estrategias enfocadas en el aprendizaje que apoyen a enfrentar esta problemática.

En particular, el presente trabajo contribuye a reforzar las competencias previas necesarias para las asignaturas relacionadas con Álgebra de las carreras de

Ingeniería ofertadas por el Tecnológico Nacional de México, principalmente las relacionadas con Cálculo Integral, Cálculo Diferencial y Álgebra Lineal.

A diferencia de los esfuerzos realizados mencionados anteriormente, la propuesta de la estrategia didáctica desarrollada se ofrece de manera gratuita a los estudiantes del ITESG, con la posibilidad de realizarse de manera asíncrona y a distancia, así como su realización a manera de consulta y refuerzo en asignaturas posteriores.

### 1.3 OBJETIVOS

#### Objetivo General

Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del Álgebra en Ingeniería con base en la idoneidad didáctica del Enfoque Ontosemiótico (EOS) con actividades de modelación y la utilización de tecnologías digitales.

#### Objetivos Específicos

1. Analizar el nivel de competencias algebraicas específicas necesarias en la instrucción de estudiantes a nivel ingeniería.
2. Identificar el capital tecnodigital con respecto al acceso y apropiación de tecnologías digitales en estudiantes de ingeniería.
3. Diseñar una estrategia didáctica que apoye en la enseñanza de Álgebra en Ingeniería por medio de un NOOC.
4. Establecer los principios de diseño para estrategias didácticas en la enseñanza del Álgebra como resultado de las iteraciones de la implementación acorde a la metodología IBD utilizada en este estudio.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ESTADO DEL ARTE

Las creencias de las personas impactan en la manera de observar su alrededor y también en el modo en que realizan sus investigaciones. Un parte de ellas son vistas de manera clara mientras que otras permanecen sin visibilidad y forman parte del entorno y su cultura.

Así también quedan sin resolver claramente las formas en que los estudiantes generan el pensamiento matemático, ya sea de forma natural o si lo perciben de una indicación en su entorno. De cualquier manera, es razonable esperar que ciertos conceptos e ideas matemáticas deben ser dominadas antes de otras con mayor complejidad (Goldenberg y Carter, 2018).

Como se mencionó anteriormente, el desempeño de los estudiantes mexicanos en la evaluación PISA se encuentra por debajo del promedio para el área Matemática (OCDE, 2016), lo que hace pensar en una problemática con mayor profundidad.

En este contexto, se han desarrollado diferentes trabajos relacionados con el origen de las problemáticas presentes para el aprendizaje en el área de Álgebra, enfocadas por ejemplo en la problemática por la generalización de procedimientos de manera aritmética, el no saber utilizar de manera correcta expresiones y signos, negación para la utilización de ecuaciones, proponiendo un modelo transitivo de Aritmética – Álgebra, donde se aplican diseños gráficos para estudiantes de bajo desempeño académico (Mancera y Pérez, 2007).

Por otro lado, Gavilán (2011), identifica dificultades relacionadas principalmente con las diferentes interpretaciones con el uso de las letras, el proceso de variable, la utilización de signos de operación, diferentes contextos para el signo de igual, resoluciones de ecuaciones y aprendizaje de lenguaje algebraico, realizando una propuesta de aprendizaje colaborativo.

Olmedo et al. (2015), localizan dificultades en las concepciones algebraicas estructural y operacional, para lo que identifican errores y categorizan causas, llegando a la inferencia de las concepciones. Chavarría (2014), relaciona la complejidad de los conceptos matemáticos, los procesos de pensamiento

matemático, de enseñanza y de cognición con la actitud afectiva y emocional, para mostrar un estudio de caso grupal en las dificultades en problemas de modelación de ecuaciones lineales.

La lectura y la escritura de expresiones algebraicas también han sido foco de atención, así como los estudios de caso relacionados con las discrepancias encontradas entre el lenguaje natural y el algebraico (Fillooy, Puig y Rojano, 2008). De forma similar, se han observado las dificultades encontradas para utilizar el lenguaje simbólico por medio de grupos de control en intervenciones educativas (Urquijo y Gonzáles de Galindo, 2010). También se ha relacionado a los procesos de desarrollo en el área cognitiva con metodologías cuantitativas en la detección de errores y dificultades relacionadas con el aprendizaje (Rodríguez y Torrealba, 2016).

Castellanos, Flores y Moreno (2017), realizan una investigación cualitativa para presentar una reflexión de los docentes en la enseñanza de Matemáticas y finalmente, Gasco (2017), presenta un estudio correlacional con los problemas verbales y su resolución por medio de estrategias de aprendizaje.

Por su parte, García (2010), afirma que la experiencia en la enseñanza de Álgebra lleva a los profesores a declarar que los errores cometidos se repiten de manera continua, demostrando profundas dificultades en el aprendizaje.

Los problemas mencionados se pueden vincular con un deficiente nivel en el entendimiento y orientación hacia el aprendizaje erróneo basado en la memorización sin incluir la comprensión de los conceptos estudiados. Esto lleva a cometer mayores errores comprendidos como la falta de atención en clase, cuando en realidad se deben a la comprensión deficiente del conocimiento.

Aprender matemáticas por medio de solucionar problemas tiene su origen en la teoría constructivista del aprendizaje, donde por medio de la solución de problemas se busca que el aprendizaje sea de mayor significancia que únicamente con la explicación de los docentes. Sin embargo, la enseñanza a través de la solución de

problemas no es fácil, ya que el profesor necesita seleccionar y facilitar las tareas apropiadas para la solución de los problemas matemáticos que necesita para sus estudiantes (Masingila et al., 2018).

Para Sawatzki y Sullivan (2018), establecen que debe situarse a la educación de las matemáticas en el contexto de los estudiantes, tanto social como cultural, pero sin dejar a un lado que pueden existir variaciones específicas relacionadas con la diversidad donde ellos se desenvuelven.

En este sentido, Larios (2003), propone que debe enfrentarse a los alumnos con situaciones que les permitan dar una funcionalidad a las matemáticas, desarrollando aquellas habilidades que les permitan encontrar el conocimiento matemático, a través de enfrentarse a demostraciones que puedan construir. En este caso, la labor de los docentes corresponde en adaptar las situaciones matemáticas del conocimiento hacia el entorno específico de los estudiantes.

Con relación a este tema, existe el desafío del desarrollo de instrumentos de evaluación para las competencias presentes en los docentes, de manera que presenten información específica acerca de los niveles alcanzados y permitan una propuesta particular acerca de herramientas de mejora en su desempeño, así como la participación multidisciplinar en la evaluación (Larios et al., 2012).

La educación superior tiene en la educación virtual una potente herramienta que le permite definir actividades y modificarlas de acuerdo con las necesidades de cada curso, ampliando a su vez la oferta educativa que presenta cada institución (Durán, Estay y Álvarez, 2015). Sin embargo, dichas instituciones se enfrentan a un gran reto al momento de adecuar y migrar las normativas institucionales, pedagógicas y administrativas que conlleva la educación presencial, ocasionando problemas de adaptación (Escudero, 2016).

La innovación, de la mano de la ciencia y la tecnología, aparecen como elementos indispensables en la gestión educativa para la investigación y el desarrollo de estudios de posgrado, centrándose en los principios de la planificación estratégica

por medio del desarrollo pedagógico, el desarrollo de nuevas competencias, el trabajo en equipo, la apertura para el aprendizaje y la innovación entre otras herramientas (Barbón y Fernández, 2018).

Aunque el aprendizaje de diferentes modelos de investigación está presente en la mayoría de los programas universitarios, los estudiantes presentan dificultades para llevar los conocimientos a la práctica (Criollo, Romero y Fontaines, 2017).

Pozo (2008), propone que las situaciones que involucran el aprendizaje se componen de resultados, procesos y condiciones. Estos elementos deben ser analizados y adaptados adecuadamente a cada situación específica para que los resultados obtenidos sean los ideales, más allá de conceptos y hechos, procedimientos, actitudes, normas y valores.

En el aprendizaje de sucesos y conductas, deben tomarse en cuenta además aquellas teorías incluidas en la relación de los objetos y las personas. En cuanto al aprendizaje social, es necesario considerar el desarrollo de habilidades sociales, la obtención de actitudes y estructuras sociales o sistemas de comportamiento compartido en la sociedad.

El aprendizaje conceptual y verbal se refiere al aprendizaje de información de manera verbal, el aprendizaje y también la comprensión de los conceptos y al cambio en los conceptos o reestructuración de los conocimientos previos basados en representaciones sociales.

Con el aprendizaje de ordenamientos intervienen el aprendizaje de las técnicas o secuencias de acciones, así como el adiestramiento de estrategias para planificar, tomar decisiones y controlar y el aprendizaje de estrategias de aprendizaje que permitan el control sobre los procesos propios de aprendizaje.

Una vez identificados los elementos que componen el proceso de aprendizaje, aparecen las teorías que permiten relacionarlos de manera efectiva, partiendo del conductismo y avanzando hacia la psicología cognitiva.

En el análisis del aprendizaje cognitivo pueden separarse diferentes niveles, partiendo de la conexión de unidades neuronales a nivel físico, la adquisición y cambio de representaciones o el nivel representacional, la adquisición de conocimiento o representaciones explícitas a nivel de conocimiento y la construcción y distribución social del conocimiento a nivel sociocultural.

Adicionalmente, existen procesos que ayudan al proceso de aprendizaje como la motivación, la atención, la recuperación, la transferencia de representaciones presentes en la memoria y el metaconocimiento.

Las condiciones de aprendizaje y la práctica se relacionan con la función de los maestros, que algunas veces podría separarse en maestros proveedores, maestros modelo, entrenadores, tutores y asesores.

Para utilizar herramientas tecnológicas en temas matemáticos, es necesario conocer el verdadero impacto que se espera en el aula y no únicamente presentarlas como una vía para agilizar la presentación del conocimiento, donde cada maestro es el actor fundamental e irremplazable (Triana, Ceballos y Villa, 2016). Una parte fundamental en la enseñanza de cuestiones matemáticas es la incorporación de la experiencia personal de los maestros y la recontextualización de lo que ellos mismos aprendieron en su momento como estudiantes, de tal forma que se obtenga una nueva cultura matemática escolar (Albarracín, Chico y Guinjoan, 2015).

Entre las principales áreas de oportunidad para la intervención de tecnología educativa en la modelación matemática, se encuentran aquellos cursos matemáticos donde se analizan problemáticas de forma analítica, pero sin ser aterrizadas en un contexto real, obteniendo un rendimiento de aprendizaje bajo entre los estudiantes que necesitan sus habilidades matemáticas en contextos específicos de acuerdo con su formación (Rodríguez y Quiroz, 2016).

Esto se aprecia como una necesidad de que los profesores realicen una integración de contenidos educativos y digitales en su práctica docente y que sean utilizados

de con dinamismo y flexibilidad, motivando a los estudiantes a incrementar su participación en clase. Lo anterior en un ambiente conectado, abierto y dinámico, fomentando la selección de las tareas adecuadas que desarrollen las competencias digitales de docentes y alumnos (Moya, 2013).

No es suficiente la utilización de las tecnologías de manera exclusiva, puesto que la evolución de las mismas se encuentra en crecimiento. Es necesario que éstas vengan acompañadas de metodologías que permitan obtener un aprendizaje significativo, lo que abre paso a las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento), las cuales orientan a las TIC hacia la formación de alumnos y docentes enfocándose en su utilización didáctica para el aprendizaje y la docencia relacionados con la adquisición del conocimiento (Enríquez, 2012).

Con la tecnología se potencializa la creatividad y se incrementan las destrezas de los estudiantes, lo cual permite que aprendan a realizar tareas diferentes al mismo tiempo. De esta forma, aprenden a explotar los recursos informáticos y sus fuentes de información, protagonizando las metodologías didácticas (Velasco, 2017).

Área (2009), Identifica los problemas educativos relacionados a las nuevas tecnologías como aquellos generados por la falta de adaptación a la innovación tecnológica, la cual lleva a padecer un analfabetismo tecnológico debido a la gran cantidad de información disponible, rompiendo con el modelo conocido de la cultura impresa.

El autor realiza la observación de la necesidad de actualizar los sistemas educativos para que sean capaces de cumplir con las demandas ocupacionales de la actualidad, creando el desafío de la integración de la tecnología en dichos sistemas de manera efectiva. En cuanto a la modelización en matemáticas, destaca su importancia por el incremento de su aplicación en diferentes contextos científicos, industriales y domésticos.

Además, se mantiene una aceptación generalizada de que los conceptos matemáticos aprendidos en diferentes instituciones educativas no son aplicados



fuera de esos ambientes. Una vez que los conceptos son aplicados en contextos diferentes al entorno escolar, aparece la dificultad de comprenderlos de manera correcta. En el caso particular de las áreas de ingeniería, la modelación matemática surge como una opción valiosa para el proceso de enseñanza – aprendizaje y como área de interés para las investigaciones educativas (López, Molina y Castro, 2017). Existen muchos estudios relacionados con el desarrollo de competencias de modelación matemática, sin embargo, la información es escasa en cómo la modelación matemática puede integrarse en los ambientes de aprendizaje (Aydin y Baki, 2016).

En cuanto al Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (EOS), existen trabajos realizados acerca de su aplicación en diferentes temas y diferentes niveles educativos, principalmente llevados a cabo en España, como el presentado por Godino, Wilhelmi y Font (2006), los cuales analizan una lección de suma y resta encontrado en un libro de 5º de primaria en el estado español, analizando los textos de acuerdo con el EOS e identificando criterios de idoneidad en unidades didácticas a nivel primaria.

De forma similar, Pochulu y Font (2011), utilizaron el EOS para analizar una clase de matemáticas elaborada a partir del enfoque mecanicista, donde se abordó el tema de la enseñanza de ecuaciones. En dicho trabajo se elaboraron las configuraciones epistémicas y se analizaron las trayectorias e interacciones didácticas que llevaron a encontrar diferentes conflictos semióticos dentro de la clase analizada. Alsina y Domingo (2010), adecuaron un protocolo para la enseñanza del poliedro regular desde una perspectiva sociocultural y evaluándolo con base en los criterios del EOS.

En el siguiente año (2011), Contreras y García profundizaron acerca de los significados pretendidos, evaluados y personales de un proceso de estudio acerca del límite de una función basándose en el EOS.

A nivel bachillerato también se han realizado investigaciones utilizando como referencia las bases teóricas del EOS, como es el caso del estudio realizado por Contreras y Ordoñez (2006), donde involucran objetos y funciones semióticas en el análisis de un fragmento de libro de texto acerca de integrales definidas, encontrando que las situaciones de origen intensivo y extensivo que pueden parecer obvias para los expertos en instrucción matemática, pueden representar dificultades para los estudiantes.

En el caso de México, también se han elaborado investigaciones utilizando el EOS como fuente de referencia teórica, como la comparación de datos ordinales a nivel secundaria y bachillerato realizado por Mayén, Batanero y Díaz (2009), Los cuales obtuvieron un mejor resultado con los estudiantes de secundaria, en comparación con los estudiantes de bachillerato. Los principales conflictos semióticos que se encontraron en este estudio se relacionan con campos de problemas, la variación en las definiciones de los distintos objetos matemáticos, las propiedades de las medidas de tendencia central o sus conceptos relacionados y los conflictos encontrados al aplicar un procedimiento.

El EOS también ha servido como referencia en estudios que buscan mejorar el desempeño del profesorado, desde cuya perspectiva se han diseñado, construido y validado instrumentos para evaluar aspectos del conocimiento didáctico – matemático para la enseñanza de las Matemáticas, destacando la importancia del conocimiento ampliado y especializado del contenido matemático en los profesores (Pincheira y Vázquez, 2018).

Además, a partir del EOS se desarrolla el Modelo del Conocimiento Didáctico Matemático (CDM), considerando el dominio del profesorado en las 6 facetas que definen un proceso de estudio (Pino – Fan et al, 2014). Fúneme y López (2022), han aplicado recientemente los principios del CDM para identificar el conocimiento didáctico matemático de los profesores como una forma de establecer los criterios en mejora de la formación del profesorado.

En este sentido, Castillo et al. (2022), realizan una propuesta para la realización de análisis de libros de texto matemáticos, que sirven de guía en la reflexión de la implementación efectiva de dichos contenidos, apoyando el fundamento de que todos los materiales y recursos educativos, deben ser un objeto en revisión y análisis constante, con el objetivo de implementar las mejoras en los procesos de enseñanza – aprendizaje que lleven al desarrollo de nuevas estrategias con base en los componentes del EOS y su complejidad ontosemiótica (Gamarra,-Salinas, Yon-Delgado y Yon-Delgado, 2021).

## 2.2 MARCO TEÓRICO

El Álgebra se presenta como el principal referente matemático en diferentes etapas de los sistemas educativos, especialmente partiendo desde la educación secundaria hasta su aplicación en los estudios universitarios, aunque en las últimas décadas se ha propuesto la incorporación del pensamiento algebraico desde la educación primaria (Socas, 2011). Dado que el presente trabajo se refiere a la enseñanza – aprendizaje de Álgebra en Ingeniería, será el primer aspecto que se aborde en este marco teórico, donde se relata el origen del Álgebra como el avance en el descubrimiento de fórmulas y de técnicas para resolver ecuaciones que son complementadas con el descubrimiento de un lenguaje donde dichas fórmulas y técnicas pueden ser expresadas (Puig, 1998).

Posteriormente, se presenta la descripción de idoneidad didáctica del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (EOS), propuesto por Godino, Batanero y Font (2007), como un instrumento para la realización de intervenciones educativas, así como sus elementos que son compuestos por la idoneidad epistémica, ecológica, afectiva, interaccional y mediacional, las cuales a su vez se relacionan con representatividad de significados, entorno, significados, interés, configuraciones y adecuación en el proceso de enseñanza.

A continuación, se realiza un acercamiento a la modelación matemática, la cual se presenta como un enfoque de enseñanza de las matemáticas y de las ciencias, ya

que muestra al estudiante su carácter aplicativo, además de que les da significado (National Council of Teachers of Mathematics, 2000). Si se complementa con instrumentos digitales, la modelación aparece de como un acceso que facilita el trabajo con los alumnos puesto que combina situaciones reales con formas matemáticas, destacando su importancia dentro de los planes y programas de estudios para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje (Moreno, Oñate y Alcántara, 2016).

Finalmente, se describe la importancia de los NOOC, los cuales aparecen desde hace relativamente poco tiempo a nivel internacional, gracias a su flexibilidad y virtualidad. Desde su integración en la educación actual, se han desarrollado diferentes plataformas para atender sus necesidades específicas tales como su usabilidad y el número de personas al que va dirigido, e incluso se han ido clasificando de acuerdo con sus diferentes finalidades y formato (Cabero, 2015).

### 2.2.1 EL ÁLGEBRA COMO RAMA DE LAS MATEMÁTICAS Y SU DIDÁCTICA.

Para los orígenes en la historia del Álgebra, podría hacerse referencia al desarrollo de una diversidad de culturas en Mesopotamia (1800 a. C. – 100 a. C.) las cuales presentaban una solidez matemática en temas como la resolución de ecuaciones cuadráticas. Avances similares se observaron en Grecia, Egipto, India y China, donde se utilizaban las operaciones matemáticas principalmente para el comercio. Estas civilizaciones aportaron la presencia de la incógnita para resolver problemas que anteriormente se consideraban puramente aritméticos. Entre los personajes que realizaron aportaciones de las civilizaciones mencionadas podemos encontrar al griego Diofanato y su presentación de cuestiones algebraicas en el planteamiento de problemas, al Indú Brahmagupta y el uso de los números negativos y a Mohamed ben Musa o Al-Khwarizmi con su contribución del vocablo Álgebra (Palacio, 2007).

El desarrollo de los principios algebraicos se produjo inicialmente como el resultado de enfrentar una serie de problemáticas planteados en una época determinada, la cual se relaciona con el avance económico del mundo occidental que se conocía a

finales de la edad media. Posteriormente se consolidó el lenguaje simbólico algebraico, buscando la construcción de un sistema de representación de que a modo de herramienta útil permitiera la expresión de relaciones y aplicara lineamientos para la solución de problemas.

La evolución del Álgebra surge a partir de la sintaxis algebraica, construyendo estratos de lenguajes simbólicos de mayor complejidad, culminando con la formulación matemática contemporánea denominada Sistema Matemático de Signos del Álgebra, el cual se conoce también como sistema de representación simbólico (Kieran y Filloy, 1989)

El surgimiento de la Geometría Analítica marca el momento donde la Geometría deja de ser fundamental en las justificaciones realizadas para los teoremas algebraicos y el Álgebra inicia con la utilización de instrumentos simbólicos propios. A partir de a lo anterior, la notación simbólica y las reglas sintéticas de Álgebra son aplicadas a la resolución de problemas geométricos.

Esta modificación, aunada a la búsqueda de fórmulas generalizadas para la resolución de ecuaciones, proporcionó la introducción de la enseñanza de Álgebra como una valiosa herramienta aplicada para resolver problemas. Ahora el lenguaje algebraico es estandarizado y depurado frente a la creciente necesidad de enseñarlo con universalidad y coherencia (Fernández, 1997). En este sentido, el estudio del Álgebra permanece vigente, principalmente debido a las dificultades en su aprendizaje.

### 2.2.2 IDONEIDAD DIDÁCTICA DEL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO DEL CONOCIMIENTO Y LA INSTRUCCIÓN MATEMÁTICOS (EOS).

El EOS (Godino, Contreras y Font, 2006; y Godino, Batanero y Font, 2007), se enfoca en diseñar una herramienta para dar un valor a los elementos que afectan el rendimiento escolar en los alumnos, proporcionando datos que servirán para rediseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje.

El EOS puede ser aplicado en el análisis de diferentes áreas del proceso de diseño instruccional, partiendo desde el análisis y planeación e implementación de estrategias didácticas, sesiones de clases, o cursos completos hasta el análisis de libros de texto y programas curriculares entre otros elementos (Malet et al., 2021).

Las nociones teóricas del EOS (Figura 2) se clasifican en 5 grupos para el análisis de aspectos complementarios de los procesos de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas (Godino, Batanero y Font, 2007).

**Figura 2.**

*Nociones teóricas del EOS.*



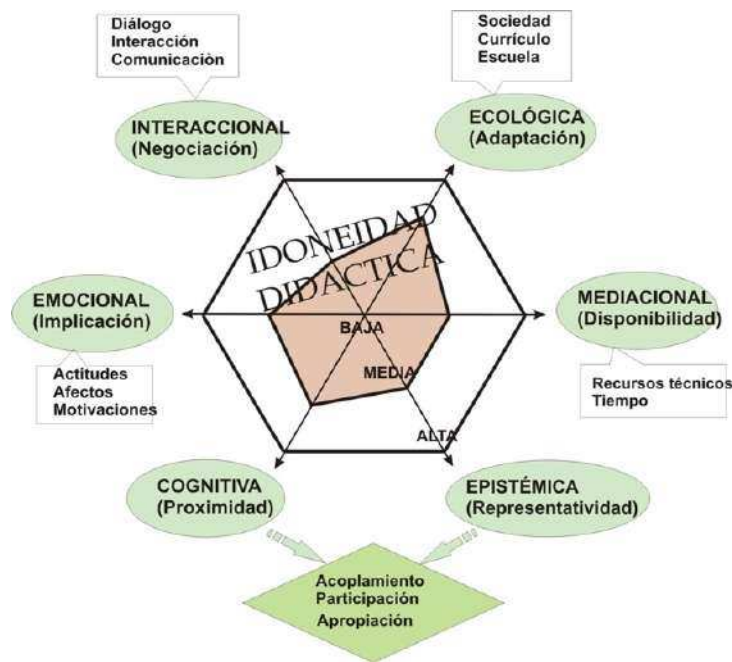
Fuente: Elaboración propia con base en Godino, Batanero y Font (2007).

Los autores establecen que el análisis ontosemiótico enfocado en las prácticas matemáticas accede a relacionar a la práctica y el objeto con la competencia y el conocimiento aplicados en la resolución de problemas matemáticos.

Godino (2013), propone en sus dimensiones la descripción de idoneidad como una herramienta para realización de intervenciones educativas (Figura 3).

**Figura 3.**

*Idoneidad didáctica en las facetas del EOS.*



Fuente: Godino (2013).

De acuerdo con Godino, Batanero y Font (2007), los componentes de la idoneidad didáctica se pueden constituir de manera epistémica en representatividad en significados; de manera ecológica con su entorno; de manera cognitiva con desarrollo de significados; de manera afectiva en el interés de los estudiantes; interaccional con la resolución de conflictos semióticos y de manera mediacional con la disponibilidad que representen sus recursos.

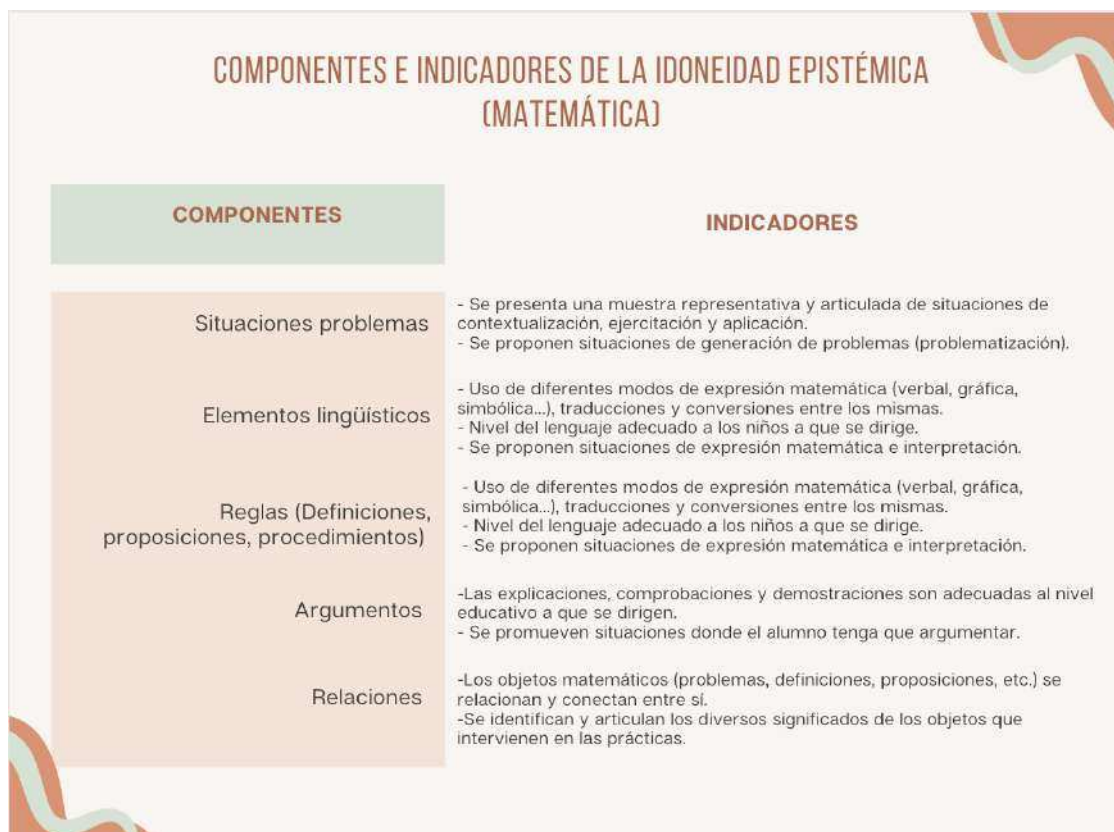
En un mejor entendimiento dentro de las fases del proceso instruccional, el EOS proporciona criterios e indicadores en cada una de sus fases, así como su articulación. En el caso de la idoneidad epistemológica, a manera de ejemplo, implica que el investigador realice una reconstrucción del significado de referencia del contenido por enseñar como parte del diseño de un proceso de instrucción. Actualmente, el EOS ha sido difundido a nivel internacional y con la atracción y el

interés de diferentes investigadores como una herramienta de método y teoría, así como un marco en el campo de desarrollo de profesores (Malet et al., 2021).

El proceso complejo de logro de una idoneidad didáctica para un proceso de estudio y su valoración, integra las dimensiones presentadas anteriormente, las cuales a su vez se encuentran estructuradas en componentes. Ya que dichos componentes y dimensiones no son observables, pueden inferirse por medio de indicadores empíricos. Las Figuras 4 a 9 presentan los componentes e indicadores para cada una de las idoneidades o dimensiones del EOS, con el objetivo de que sirvan como guía en el diseño y evaluación de acciones formativas (Godino, 2013).

**Figura 4.**

*Componentes e indicadores de la idoneidad epistémica (matemática).*



Fuente: Godino (2013).



**Figura 5.**

*Componentes e indicadores de la idoneidad cognitiva.*

COMPONENTES	INDICADORES
Conocimientos previos (Se tienen en cuenta los mismos elementos que para la idoneidad epistémica)	-Los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema (bien se han estudiado anteriormente o el profesor planifica su estudio). -Los contenidos pretendidos se pueden alcanzar (tienen una dificultad manejable) en sus diversas componentes.
Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales	-Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo. -Se promueve el acceso y el logro de todos los estudiantes.
Aprendizaje: (Se tienen en cuenta los mismos elementos que para la idoneidad epistémica: situaciones, lenguajes, conceptos, procedimientos, proposiciones, argumentos y relaciones entre los mismos)	-Los diversos modos de evaluación indican que los alumnos logran la apropiación de los conocimientos pretendidos (incluyendo comprensión y competencia): Comprensión conceptual y proposicional; competencia comunicativa y argumentativa; fluencia procedimental; comprensión situacional; competencia metacognitiva. -La evaluación tiene en cuenta distintos niveles de comprensión y competencia. -Los resultados de las evaluaciones se difunden y usan para tomar decisiones.

Fuente: Godino (2013).

**Figura 6.**

*Componentes e indicadores de la idoneidad afectiva.*



Fuente: Godino (2013).

**Figura 7.**

*Componentes e indicadores de la idoneidad interaccional.*

COMPONENTES	INDICADORES
Interacción docente – discente	<ul style="list-style-type: none"><li>- El profesor hace una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, no habla demasiado rápido, enfatiza los conceptos clave del tema, etc.).</li><li>- Reconoce y resuelve los conflictos de los alumnos (se hacen preguntas y respuestas adecuadas, etc.).</li><li>- Se busca llegar a consensos con base al mejor argumento.</li><li>- Se usan diversos recursos retóricos y argumentativos para implicar y captar la atención de los alumnos.</li><li>- Se facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase.</li></ul>
Interacción entre alumnos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se favorece el diálogo y comunicación entre los estudiantes.</li><li>- Tratan de convencerse a sí mismos y a los demás de la validez de sus afirmaciones, conjeturas y respuestas, apoyándose en argumentos matemáticos.</li><li>- Se favorece la inclusión en el grupo y se evita la exclusión.</li></ul>
Autonomía	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se contemplan momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio (plantean cuestiones y presentan soluciones; exploran ejemplos y contraejemplos para investigar y conjeturar; usan una variedad de herramientas para razonar, hacer conexiones, resolver problemas y comunicarlos).</li></ul>
Evaluación formativa	<ul style="list-style-type: none"><li>- Observación sistemática del progreso cognitivo de los alumnos.</li></ul>

Fuente: Godino (2013).

**Figura 8.**

*Componentes e indicadores de la idoneidad mediacional.*



Fuente: Godino (2013)

**Figura 9.**

*Componentes e indicadores de la idoneidad ecológica.*



Fuente: Godino (2013).

Con base en los componentes e indicadores presentados, los cuales tienen su origen en las dimensiones de la idoneidad didáctica del EOS, Moreno (2017), realiza una propuesta de 41 elementos o ítems para describir cada indicador, la cual puede ser utilizada en determinar el grado de influencia en cada dimensión (Figura 10).

**Figura 10.**

*Ítems referidos a los indicadores representativos de idoneidad didáctica del EOS.*

Componente	Pregunta (ítem) representativa (o) del descriptor (indicador) en el cuestionario
<p>Situaciones – problemas Lenguaje Elementos regulativos (definiciones, proposiciones, procedimientos) Argumentos Relaciones (conexiones, significados)</p>	<p><b>Faceta Epistémica (Contenido)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una selección de contenidos se contextualizaron, ejercitaron y aplicaron mediante situaciones-problema</li> <li>2. Las situaciones que se proponen conducen al planteamiento de problemas</li> <li>3. Se usan diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico)</li> <li>4. Se emplea un nivel adecuado del lenguaje</li> <li>5. Se promueve la expresión e interpretación</li> <li>6. Son clara y correctamente enunciados las definiciones y procedimientos</li> <li>7. Se presentan los enunciados y procedimientos básicos del tema</li> <li>8. Se promueve la generación y negociación de las reglas</li> <li>9. Las explicaciones, comprobaciones y demostraciones son adecuadas</li> <li>10. Se promueven momentos de validación a partir de argumentos</li> <li>11. Se relacionan y articulan de manera significativa los objetos matemáticos puestos en juego (situaciones, lenguaje, reglas, argumentos) y las distintas configuraciones en que se organizan</li> </ol>
<p>Adaptación al currículo Apertura hacia la innovación didáctica Adaptación socio- profesional y cultural Conexiones intra e interdisciplinares</p>	<p><b>Faceta Ecológica (Contexto, entorno)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. El proceso de estudio planteado por el curso (desarrollo y evaluación) corresponde al modelo educativo establecido por la institución</li> <li>13. El curso incorpora estrategias didácticas novedosas e integra el uso de las TIC</li> <li>14. Los contenidos del curso se orientan al mundo de la vida real y contribuyen a la formación de ciudadanos informados capaces de tener juicio propio y responsable sobre los temas de interés social</li> <li>15. Los contenidos del curso se relacionan con otros contenidos dentro de la misma disciplina y con contenidos de otras disciplinas</li> </ol>
<p>Conocimientos previos Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales Aprendizaje</p>	<p><b>Faceta Cognitiva (Aprendizaje)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>16. Los alumnos disponen de los conocimientos previos necesarios para aprender el tema</li> <li>17. Se logran los aprendizajes planteados</li> <li>18. Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo para el aprendizaje del tema</li> <li>19. Las diferentes formas de evaluación muestran la apropiación de los conocimientos y el desarrollo de las competencias planteadas</li> </ol>
<p>Intereses y necesidades Actitudes Emociones</p>	<p><b>Faceta Afectiva (Afectos, interés, actitud)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>20. Las tareas planteadas para los alumnos son de su interés</li> <li>21. Se promueve la valoración de la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional</li> <li>22. Se promueven actitudes de perseverancia y responsabilidad en la realización de actividades</li> <li>23. Se favorece la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quién lo dice.</li> <li>24. Se promueve la autoestima evitando el rechazo, fobia o miedo a las Matemáticas</li> <li>25. Se muestran las cualidades de estética y precisión de las matemáticas</li> </ol>
<p>Interacción docente- discente Interacción entre discentes Autonomía</p>	<p><b>Faceta Interaccional (Interacciones)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>26. El Profesor hace una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, no habla demasiado rápido, enfatiza los conceptos clave del tema)</li> <li>27. El Profesor reconoce y resuelve conflictos de significado, atiende dudas y propicia momentos para preguntas y respuestas con los alumnos</li> <li>28. Se busca llegar a consensos con base al mejor argumento</li> <li>29. El Profesor usa diversos recursos retóricos y argumentativos para involucrar y captar la atención de los alumnos</li> <li>30. El Profesor facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase y no la exclusión</li> <li>31. Se favorece el diálogo y comunicación entre los estudiantes</li> <li>32. Los estudiantes favorecen la inclusión en el grupo y se evita la exclusión</li> <li>33. Se contemplan momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio (mayor autonomía en la exploración, formulación y validación)</li> </ol>
<p>Recursos materiales Número de alumnos, horario y condiciones del aula Tiempo</p>	<p><b>Faceta Mediacional (Medios)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>34. Se usan materiales manipulativos e informáticos que permiten enunciar buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones</li> <li>35. Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones</li> <li>36. La cantidad de alumnos en el grupo es razonable</li> <li>37. El horario y la distribución de horas del curso es apropiado</li> <li>38. El aula es adecuada al número de alumnos</li> <li>39. Se tiene el tiempo suficiente (en la clase y fuera del aula) para tratar los contenidos del curso</li> <li>40. Se invierte el tiempo en los contenidos más importantes o nucleares del Tema</li> <li>41. Se invierte el tiempo en los contenidos que presentan más dificultad de Comprensión</li> </ol>

Fuente: Godino (2013).

Estos elementos o ítems para cada uno de los indicadores de los componentes servirán como base en la búsqueda de la idoneidad didáctica de la estrategia para la enseñanza del Álgebra a desarrollar con base en procesos de modelación.

### 2.2.3 MODELACIÓN MATEMÁTICA.

En Ingeniería, las matemáticas son un componente esencial e importante de análisis, cálculo, pronóstico y optimización, entre otras cosas; en donde los fundamentos de las matemáticas superiores radican principalmente en la aritmética, el álgebra y la geometría, por lo que proponer procesos de aprendizaje basados en la modelación matemática a través de las etapas y niveles de competencia matemática permite al estudiante afrontar cognitivamente sus omisiones y conflictos, así como reconstruir correctamente conceptos y procedimientos. De esta forma, el proceso de modelización se adecua perfectamente a una estrategia de enseñanza-aprendizaje y por tanto se convierte en un tema interesante (López et al., 2017).

La modelización se refiere, en primer lugar, a una etapa de formulación seguida de una validación, de tal forma que en la formulación se examina un fenómeno o situación para establecer relaciones entre las variables implicadas. Dichas relaciones surgen de observaciones o conjeturas acerca de la situación a estudiar. De forma adicional, comprende una serie compleja de operaciones o transformaciones matemáticas que resultan en un modelo explicado de manera simbólica. La etapa de validación consiste entonces en comprobar la validez del modelo volviendo a la realidad que se representó inicialmente Janvier (1996).

Para Villa (2008), el proceso de modelización / modelación, consiste en la obtención de un modelo matemático a partir de un fenómeno o problema real, donde el modelador, además de sus conocimientos matemáticos, debe tomar en cuenta el contexto de su situación, así como sus habilidades para describir, representar y establecer las relaciones entre diferentes montos para construir nuevos objetos matemáticos. Lo anterior contiene implicaciones didácticas, donde las matemáticas

que son aplicadas a situaciones reales no matemáticas llevan implícito algún modelo. En este sentido, los estudiantes deben diferenciar entre los objetos formados por la matemática y la situación no matemática donde intervienen. Para (Bassanezi, 2002), la modelación abstrae la realidad, de tal forma que generaliza y predice, es decir, transforma situaciones reales en problemas matemáticos obteniendo soluciones que deben interpretarse con lenguaje usual.

Por su parte, Litwin (2008), destaca la importancia de que los modelos representan una simplificación de la realidad, tomando en cuenta únicamente los aspectos que se eligieron para ser incluidos.

Para este trabajo se toma como referencia la propuesta sistémica de modelación realizada por Scardigli, Bello, Cicchini, Cuadrado y Sara (2013), los cuales presentan una guía para trabajar la modelación matemática de fenómenos del mundo real para el trabajo científico y tecnológico realizado por estudiantes de ingeniería de acuerdo con los pasos mostrados en la Figura 11.



**Figura 11.**

*Pasos para trabajar la modelación matemática*



*Fuente: Godino (2013).*

Con base en estos puntos se ha desarrollado una agrupación de actividades sintetizando el proceso de modelación en las siguientes etapas:

1. Identificar el problema y sus propiedades.
2. Definir simplificaciones sustentadas en teorías y construcción del objeto o modelo teórico.
3. Transformaciones sobre estructuras matemáticas y sus propiedades emergentes.
4. Obtención de resultados.
5. Puesta a prueba del sistema en el sistema real.

Los pasos presentados tienen como objetivo motivar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, ampliando su entramado cognitivo y apoyándolos en la construcción de conceptos matemáticos, por lo que serán utilizados para la propuesta de estrategia con base en los indicadores de la idoneidad didáctica del EOS, por medio de la herramienta digital NOOC.

#### 2.2.4 *NANO OPEN ONLINE COURSE (NOOC)*

Las tecnologías empleadas en los medios educativos se pueden categorizar de diferentes maneras. Entre estos podemos mencionar los canales sensoriales utilizados, el control del docente sobre el medio de comunicación, el control del estudiante sobre el medio de comunicación y la utilidad de ese medio de acuerdo con el tamaño del grupo objetivo. Es importante que los docentes identifiquen las características de la tecnología utilizada en su práctica de enseñanza con el objetivo de seleccionar aquella que presente una mayor utilidad (Escamilla, 1998).

López (2012), afirma que, si un docente muestra interés en la implementación de la tecnología en su práctica docente, éste debería realizar una reflexión acerca de sus prácticas actuales y aquellas que representan una mayor dificultad para sus estudiantes, siendo este el punto de inicio para la tecnología adecuada basada en su experiencia real.

Desde hace relativamente poco tiempo, los MOOC (Massive Open Online Courses) irrumpieron en la enseñanza universitaria a nivel internacional, pasando posteriormente a otros niveles educativos e incluso al ámbito empresarial. Lo anterior ha sido posible de la mano del acceso a internet en diferentes dispositivos móviles y las economías de escala por su virtualidad y facilidad de acceso. Desde su creación, se han ido desarrollando diferentes plataformas para ingresar a ellos, lo que ha llevado a la creación de nuevas opciones como cursos de menor duración llamados NOOC (Nano Open Online Course), cursos de duración mínima de 3 horas, donde se adquieren conocimientos breves. Si bien los MOOC han sido estudiados y han proporcionado bibliografía considerable, en cambio, para los

NOOC se han realizado pocos estudios. En cuanto a la estructura, los MOOC se componen comúnmente de una presentación, la mayoría de las veces en video, seguidas de lecturas complementarias. Posteriormente se presentan los contenidos agrupados por módulos con información de texto o audiovisual y terminan con la evaluación que de igual forma puede presentarse en diversos formatos. Para los NOOC la estructura puede desarrollarse de manera similar, demostrando las competencias adquiridas en sus diferentes etapas (Pérez, Jordano y Martín-Cuadrado, 2017)

A pesar de que ciertos autores presentan el origen de los MOOC en Canadá en el año 2008 (Sangrà, González-Sanmamed y Anderson, 2015), algunas instituciones llevan organizando cursos masivos en abierto para formar al profesorado de lenguas en nuevas tecnologías desde el año 2001 (Hanson-Smith, 2004). Estos, a diferencia de los anteriores y otros formatos de cursos abiertos (Fernández y Webster, 2014), carecían de plataforma como tal y hacían uso de cualquier tipo de herramienta que permitiera la interacción en línea. Desde aquella época se ha evolucionado mucho desde la formación normada y certificada hacia tendencias más abiertas de presentar a la educación y a la investigación como tal (Czerniewicz, Deacon, Glover y Walji, 2017).

Desde hace un poco tiempo, este tipo de cursos irrumpieron en las universidades a nivel internacional (Fidalgo-Blanco et al., 2016; Glass, Shiokawa-Baklan, y Saltarelli, 2016; Poy y Gonzales-Aguilar, 2014), actualmente se presentan en varios niveles educativos y hasta en empresas interesadas en educación (Baggaley, 2013; Lirsa, Cécile Dejoux, Charrière-Grillon, 2016).

Esto es posible al proporcionar acceso a Internet desde cualquier tipo de dispositivo y reducir potencialmente los costos a través de su flexibilidad y virtualización. Desde su integración en la educación actual, se han desarrollado diferentes plataformas para atender sus necesidades específicas tales como usabilidad y número de personas a las que va dirigido, e incluso se han ido clasificando, atendiendo a

diferentes finalidades y formatos (Cabero Almenara, 2015; Fidalgo-Blanco et al., 2016; García Aretio, 2015; Vázquez Cano y López Meneses, 2015).

A más de 10 años de la creación de los primeros MOOC, ha surgido un nuevo formato de curso abierto, mucho más corto y flexible, destinado a abordar uno de los mayores problemas de los MOOC, como son las altas tasas de abandono. Donde los MOOC están diseñados para una duración total de alrededor de 10 horas, en este caso los cursos NOOC o Nano se sugieren a partir de 3 horas y buscan entrenar aspectos cortos de capacitación que pueden requerirse en un momento determinado.

Como se mencionó anteriormente, aunque ya existe una bibliografía sustancial y bien establecida sobre MOOC, nano cursos y NOOC, pocos estudios empíricos brindan resultados sobre su funcionamiento. La primera referencia a ellos data de 2013 entre los ocho famosos tipos de MOOC que aparecen en la taxonomía de Clark (Clark, 2013) como mini-MOOC o Micro-NOOC (Coakley, Garvey y O'Neill, 2016). El propósito de estos nuevos formatos es permitirle participar en cursos en línea en cualquier momento y en cualquier lugar.

Debido a estas razones, el presente trabajo utiliza el NOOC como herramienta para el desarrollo de la estrategia didáctica con principios de modelación matemática, donde se parte del estudio de diferentes contenidos audiovisuales desarrollados en *Microsoft Teams*, tomando en cuenta las competencias previas específicas relacionadas con Álgebra, requeridas por los estudiantes de Ingeniería.

## CAPÍTULO 3. PROCEDER METODOLÓGICO DEL TRABAJO DE TESIS

### 3.1 MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo con Gibelli (2014), el plan metodológico de intervención educativa implica la planeación y actuación profesional que permite a los actores de la educación controlar su práctica profesional a partir de la indagación solución en

diferentes etapas: la primera es la etapa de planeación, donde se selecciona la preocupación temática, se construye el problema y se diseña la solución en un proyecto de intervención. La siguiente etapa consiste en la fase de implementación, donde se aplican las actividades incluidas en la propuesta que pueden ser susceptibles de modificaciones o actualizaciones de acuerdo con las necesidades que surgen con el avance de las actividades.

La etapa posterior es la evaluación y el seguimiento a la aplicación de actividades incluidas en el proyecto, para dar paso a la etapa final de socialización – difusión y a las actividades de socialización, adopción y recreación, donde el receptor toma conciencia de la importancia del problema y se interesa por la utilización y adopción de la propuesta que le fue realizada. El autor clasifica a las propuestas de intervención como aquéllas de Actuación Docente y las propuestas encaminadas al Apoyo a la Docencia. Las primeras colocan al docente como el actor principal y se enfocan en la docencia y su práctica como su foco de atención principal. En cuanto a las propuestas de Apoyo a la Docencia. Los actores principales podrían ser diferentes al docente, enfocándose en la problemática que los rodea en su práctica profesional.

Entre los factores que deben tomarse en cuenta para la planificación de una intervención educativa se encuentra la planificación previa del actuar docente, la cual puede sufrir adaptaciones o modificaciones, pero debe sostenerse en un plan previo correctamente establecido (Jordán, 2009). Es precisamente en esta etapa de planeación, donde la identificación de riesgos y el Plan de Gestión aparecen como una herramienta útil en la disminución o minimización de los riesgos que podrían hacer que el trabajo de intervención no cumpla con los objetivos establecidos de acuerdo con los entregables planteados y los recursos involucrados en el tiempo establecido.

Con el fin de disminuir las brechas entre la investigación teórica y las problemáticas que surgen en la práctica de la docencia, surgen las Investigaciones basadas en el

diseño (Brown, 1992; Kelly et al., 2008), cuya aproximación metodológica se orienta en el estudio del contexto de aprendizaje por medio del diseño instruccional con sus respectivas herramientas y estrategias. Cabe destacar que esta metodología no solamente busca diseñar, si no que permite realizar iteraciones y experimentación con la evaluación de sus resultados.

En 2013, Godino, Batanero, Contreras, Estepa, Lacasta y Wilhelmi realizan un análisis acerca de las características de la IBD, concluyendo que puede ser utilizada en complemento con otras teorías como el EOS, específicas para cierto tipo de investigaciones. Debido a que estas investigaciones son predictivas, sobre ellas no se puede realizar directamente una norma de acción, por lo que para superar esta brecha es necesario que se desarrollen teorías y criterios de valoración normativos acerca de la eficiencia en las acciones educativas a partir de investigaciones teóricas y aplicadas. En el caso del EOS, la interfaz que trata de abordar esta problemática sería la Idoneidad Didáctica (Godino, 2021).

Debido a que la investigación educativa tiene una alta proporción de enfoques interdisciplinarios y diseños orientados a la resolución de problemas, la investigación basada en el diseño (IBD) representa una opción metodológica con mayor eficacia y aplicación. Existe una gran cantidad de investigación relacionada con eLearning y escenarios virtuales de aprendizaje.

Además, su campo de aplicación se refiere a diferentes ciencias aplicadas, ya que sus resultados podrían implementarse en la solución de problemas y relacionan a la teoría con la práctica (Benito y Salinas, 2016).

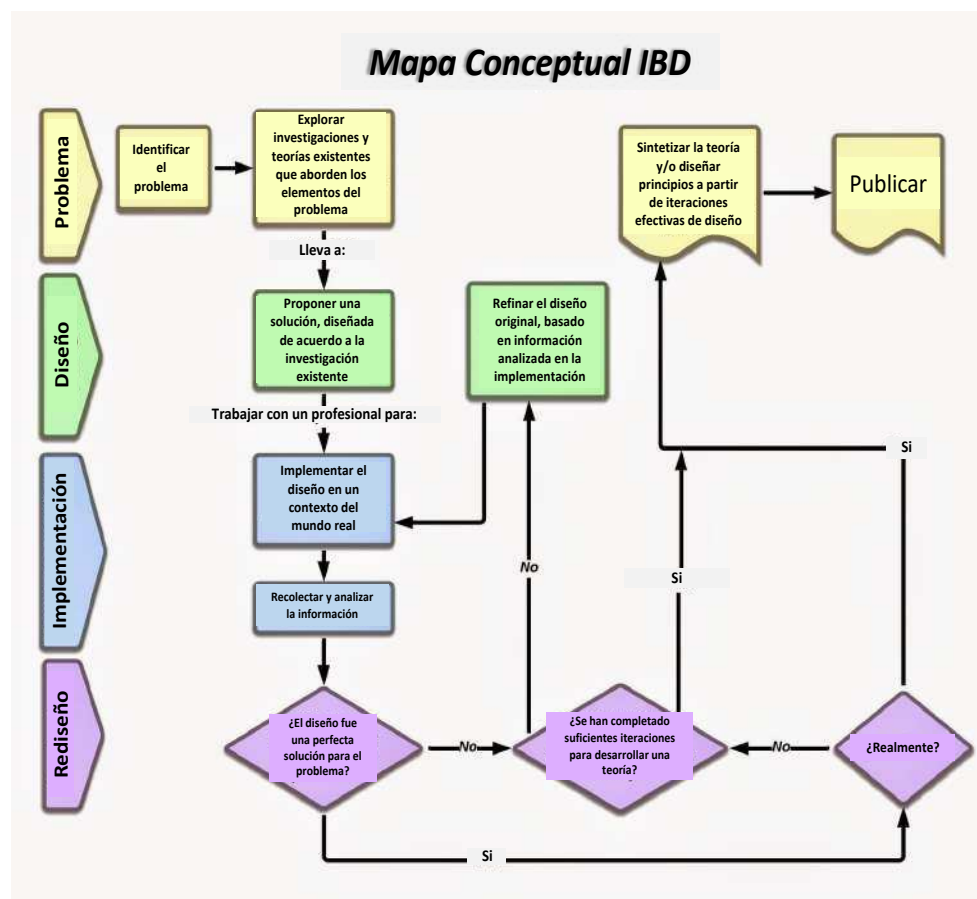
Barab y Squire (2004), proponen que la mejora en la enseñanza y aprendizaje a través de la tecnología puede lograrse por medio de la IBD como una alternativa en el campo de la Tecnología Educativa, puesto que la IBD integra el desarrollo de soluciones a problemas prácticos en ambientes de aprendizaje con la identificación de principios de diseño.

Brown y Collins (1992), proponen que la metodología de la IBD requiere que se aborden problemas complejos en contextos reales mediante la colaboración de sus participantes, integrando principios de diseño con aproximaciones tecnológicas para ofrecer soluciones plausibles a problemas complejos por medio de un riguroso procedimiento que mejore y ponga a prueba ambientes de aprendizaje innovadores, además de implementar nuevos principios de diseño.

De acuerdo con Large (2005), la IBD (Investigación Basada en el Diseño) se puede representar por medio de una metodología con cuatro grandes etapas (Figura 12).

**Figura 12.**

*Metodología IBD*



Fuente: Traducción con base en Large (2015).

Herrington et al., 2007, presenta la descripción de las actividades y elementos de cada una de estas etapas (Figura 13):

**Figura 13.**

*Actividades y elementos de la Investigación Basada en el Diseño (IBD-DBR).*



Fuente: Harrington et al. (2007).

De acuerdo con la información presentada, la metodología IBD se despliega como la metodología global de las actividades a realizar en el trabajo de tesis desarrollando las fases de investigar, diseñar, implementar y complementar con principios de diseño. La Figura 14 muestra las fases propuestas en la realización de la presente investigación.



**Figura 14.**

*Fases del proyecto de investigación*



Las actividades propuestas para cada una de las fases son:

Fase 1. Análisis de la situación – diagnóstico del problema, tomando en cuenta la opinión de expertos, una evaluación diagnóstica de las competencias específicas relacionadas con Álgebra requeridas por los estudiantes de ingeniería y encuesta de su capital tecnológico.

Fase 2. Desarrollo de soluciones con el diseño y desarrollo de la estrategia didáctica con base en la idoneidad didáctica del EOS tomando en cuenta principios de modelación y el diseño instruccional del NOOC como herramienta tecnológica.

Fase 3. Periodos iterativos de evaluación y perfeccionamiento de soluciones de la práctica con la implementación y valoración de una estrategia didáctica, por medio de una primera iteración, seguida de una evaluación, su refinamiento y una segunda iteración.

Fase 4. Documentación y producción de principios de diseño desarrollando el informe final que integre las propuestas de mejora basadas en los resultados de las iteraciones realizadas de acuerdo con la metodología IBD.

Cabe mencionar que esta metodología son las fases generales del trabajo de investigación, donde para cada una de las fases y sus actividades corresponderá un proceder en particular, el cual será desplegado en cada uno de los apartados de la propuesta en los capítulos presentados a continuación.

#### CAPITULO 4. ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA (FASE 1)

Como parte del análisis diagnóstico del problema, mencionado en el apartado anterior, se realizaron una serie de actividades que se describen a continuación, iniciando con la aplicación de una evaluación diagnóstica con el fin de determinar las competencias previas en Álgebra faltantes para cursar las asignaturas matemáticas en los estudiantes de, seguido de una consulta a expertos acerca de las principales dificultades en el aprendizaje de Álgebra y terminando con una

encuesta de uso de medios donde se busca determinar el grado de apropiación tecnológica de los estudiantes de Ingeniería orientado al desarrollo de la estrategia didáctica y las herramientas digitales a utilizar en su elaboración.

#### 4.1 APLICACIÓN DE INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS PREVIAS

Como primera parte del diagnóstico del problema entendido como paso 1 de la metodología IBD, se desarrolló un instrumento para el área de Álgebra, donde los temas fueron: expresiones algebraicas; monomios y polinomios; productos notables y factorización; fracciones algebraicas; resta de fracciones complejas; resolución de ecuaciones lineales de primer grado y sistemas de ecuaciones lineales; despejes; y resolución de ecuaciones cuadráticas. La elección de las asignaturas se basó en la experiencia de los docentes y los elementos más influyentes en las asignaturas de ingeniería basadas en conocimientos algebraicos, que se pueden encontrar en competencias previas de los planes de estudio de ingeniería.

El instrumento presenta un análisis cuantitativo en su evaluación y fue aplicado a 200 candidatos a ingresar al ITESG, en total 20 preguntas deben ser resueltas en una hora. En el uso del instrumento se utilizó estadística descriptiva con los datos obtenidos para conocer los temas en los que más dificultades ocasionaron.

Los resultados cuantitativos mostraron que los temas que presentan mayor dificultad son los de fracciones algebraicas y reducción de fracciones complejas (Tabla 1).

**Tabla 1.***Resultados de instrumento con temas de mayor dificultad.*

<b>Item</b>	<b>Tema</b>	<b>Cantidad total de respuestas correctas</b>	<b>Cantidad de respuestas incorrectas</b>	<b>Porcentaje de respuestas correctas</b>	<b>Porcentaje de respuestas incorrectas</b>
<b>1</b>	Expresiones algebraicas	45	155	22.50%	77.50%
<b>2</b>	Monomios y polinomios	36	164	18.00%	82.00%
<b>3</b>	Productos notables y factorización	44	156	22.00%	78.00%
<b>4</b>	Fracciones algebraicas	18	182	9.00%	91.00%
<b>5</b>	Reducción de fracciones complejas	23	177	11.50%	88.50%
<b>6</b>	Resolución de ecuaciones de primer grado	42	158	21.00%	79.00%
<b>7</b>	Sistemas de ecuaciones lineales	35	165	17.50%	82.50%
<b>8</b>	Despejes matemáticos	52	148	26.00%	74.00%
<b>9</b>	Resolución de ecuaciones cuadráticas	38	162	19.00%	81.00%

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados nos muestran una mayor dificultad en los temas relacionados con la resolución de fracciones algebraicas en 91% de los participantes, seguido de cerca por la reducción de fracciones complejas con 88.5%. El resto de los temas presentan deficiencias entre el 70% y 80% de los participantes. Este acercamiento inicial ofrece una perspectiva acerca de la problemática en los temas requeridos en las asignaturas relacionadas con Álgebra de las carreras de Ingeniería.

#### 4.2 CONSULTA A EXPERTOS

Como parte del diagnóstico de la problemática, se realizaron entrevistas a dos expertos en la enseñanza de Álgebra, el primero de ellos es el Dr. José García Suárez, profesor investigador del Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara, quien de acuerdo con su experiencia, encuentra las dificultades en el aprendizaje de Álgebra relacionadas con la falta en el reforzamiento de conocimientos matemáticos previos o a la adquisición de conceptos erróneos en niveles educativos cursados previamente. De forma análoga la siguiente entrevista se realizó al Dr. Carlos Amilcar Fuentes, profesor investigador de la Universidad de San Carlos en Guatemala, quien llevó a cabo un estudio para evaluar las principales fuentes de errores en el Aprendizaje de Álgebra a nivel superior, encontrando que los errores más comunes aparecen al operar con fracciones y que muchos errores cometidos en Álgebra tienen su origen en Aritmética

#### 4.3 ENCUESTA DE APROPIACIÓN TECNOLÓGICA

Para complementar la información presentada, se aplicó una encuesta a los estudiantes compuesta por 20 ítems de opción múltiple para conocer el uso y apropiación de TIC en el entorno escolar, de manera que la información obtenida proporcione una guía en las rutas de aprendizaje que contribuyan al desarrollo de estrategias didácticas incorporando elementos tecnológicos.

Los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta nos ofrecen una visión acerca de los principales dispositivos tecnológicos que utilizan los estudiantes y su enfoque o aplicación educativa, por ejemplo, al conocer que más del 90% de ellos cuenta con un teléfono celular pero tan solo el 70% tiene una computadora en sus hogares, siendo el celular el de mayor utilización para fines educativos y segundo lugar en conexión a internet.

Por otra parte, alrededor del 40% de los estudiantes se conectan a internet de 1 a 2 horas diariamente, mientras que un poco menos del 30% se conectan de 2 a 3 horas diariamente.

En cuanto al uso que le dan a su conexión a internet, en primer lugar, aparecen las redes sociales, en segundo la mensajería instantánea y en tercero el correo electrónico. Un 72% de los estudiantes se conecta diariamente a sus redes sociales, principalmente a *Whatsapp* y *Facebook*, y la mayoría de ellos lo hace por medio de su teléfono celular.

El 88% de los estudiantes se comunica con sus profesores a través de redes sociales, siendo nuevamente *Whatsapp* y *Facebook* las redes principales. Aunque el medio de comunicación principal con los profesores consiste en el correo electrónico (94%) y 63% de los estudiantes revisan su correo una vez al día. La principal actividad en el correo electrónico consiste en el envío de mensajes (86%) y de archivos adjuntos (82%).

Los estudiantes realizan un uso frecuente de la mensajería instantánea (67%), utilizando principalmente *Whatsapp* (98%) para el intercambio de archivos (61%) y mensajes de texto (71%) relacionados con propósitos educativos.

En el área de videoconferencias, solo cerca del 30% de los estudiantes tienen videoconferencias con sus profesores, de los cuales casi el 70% lo hace por medio de Hangouts, que ahora se ha complementado con *Teams*.

Con estos resultados, se observa una prominencia en la utilización de dispositivos móviles para su utilización con fines educativos por los estudiantes, así como un alto índice de tiempo en su comunicación por redes sociales.

A partir del segundo semestre de 2020, el ITESG implementó como medio de comunicación oficial con sus estudiantes la plataforma *Microsoft Teams*, por lo que es el medio utilizado en la realización de la propuesta de estrategia didáctica. Dicha plataforma ofrece su versión móvil con la mayoría de las funcionalidades que una computadora para el intercambio de información y mensajería instantánea, por lo que cumple con las características de las plataformas y dispositivos utilizados por la mayoría de los estudiantes, de acuerdo con la encuesta de apropiación tecnológica realizada a los participantes.

#### 4.4 SELECCIÓN DE TEMAS PARA LA INTERVENCIÓN

Por otra parte, el ITESG oferta cuatro carreras en el área de Ingeniería: Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Industrias Alimentarias.

En las Figuras 15 a 18 se muestran los planes de estudio (retículas) de cada una de las carreras mencionadas, destacando aquellas asignaturas que requieren competencias matemáticas específicas relacionadas con el área de Álgebra: Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Álgebra Lineal.





Figura 16.

Retícula Ingeniería Sistemas Computacionales ITESG.

Semestre 1		Semestre 2		Semestre 3		Semestre 4		Semestre 5		Semestre 6		Semestre 7		Semestre 8		Semestre 9	
Cálculo Diferencial ACE-0901 3   2   5		Cálculo Integral ACE-0902 3   2   5		Cálculo Vectorial ACE-0904 3   2   5		Ecuaciones Diferenciales ACE-0905 3   2   5		Desarrollo Sustentable ACD-0908 2   3   5		Lenguajes y Algoritmos I SCD-1015 2   3   5		Lenguajes y Algoritmos II SCD-1016 2   3   5		Programación Lógica y Funcional SCC-1019 2   2   4		Inteligencia Artificial SCC-1032 2   2   4	
Fundamentos de Programación SCD-1008 2   3   5		Programación Orientada a Objetos SCD-1020 2   3   5		Estructura de Datos AFD-1025 2   3   5		Métodos Numéricos SCC-1037 3   2   4		Fundamentos de Telecomunicaciones ATC-1034 2   3   4		Redes de Computadora SCD-1021 2   3   5		Comutación y Enrutamiento de Redes de Datos SCD-1003 3   3   5		Administración de Redes SCN-1002 0   4   4		Especialidad 25	
Taller de Ética ACA-0907 0   4   4		Contabilidad Financiera ACF-1008 2   3   4		Cultura Empresarial SCC-1005 2   3   0		Tópicos Avanzados de Programación SCD-1077 3   3   5		Taller de Bases de Datos SCA-1025 0   4   0		Administración de Bases de Datos SCB-1001 1   0   5		Taller de Investigación I ACA-0909 0   4   4		Taller de Investigación II ACN-0910 0   4   4		Residencia Profesional 10	
Matemáticas Discretas AFD-1041 3   2   5		Química ACQ-1058 2   2   4		Investigación de Operaciones SCC-1013 2   2   0		Fundamentos de Bases de Datos AFD-1031 3   2   5		Simulación SSCD-1022 2   3   5		Graficación SCC-1010 2   2   4				Programación Web AFB-1025 1   3   5		Servicio Social 10	
Taller de Administración SCH-1024 3   2   4		Álgebra Lineal ACT-0903 3   2   5		Sistemas Operativos AFC-1001 2   2   4		Taller de Sistemas Operativos SCA-1026 0   0   4		Fundamentos de Ingeniería de Software SCC-1007 2   2   4		Ingeniería de Software SCD-1011 2   3   5		Gestión de Proyectos de Software SCG-1009 3   3   6				Actividades Complementarias 5	
Fundamentos de Investigación ACC-0906 2   3   4		Probabilidad y Estadística AEF-1052 3   2   5		Física General SCF-1006 3   2   5		Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales SCD-1038 2   3   5		Arquitectura de Computadores SCD-1003 2   3   5		Lenguajes de Interfaz SCC-1034 2   2   4		Sistemas Programables SCD-1023 2   3   5					
27		28		27		28		27		28		25		17		54	

GLÓFEO DE INFORMACIÓN			
<b>CÁLCULO DIFERENCIAL</b>			
NOMBRE DE LA MATERIA			
ACT-0901			
CLAVE OFICIAL DEL PROGRAMA			
TEMAS TEÓRICA	TEMAS PRÁCTICA	UNIDAD	

CRÉDITOS		ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN	NOVIEMBRE 2010
Estructura General	213	Elaboró:	M.S.I. BERTHA BEATRIZ OSORIO VARGAS
Módulo de Especialidad	25		CODENADOR DE LA INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
Residencia profesional	10	Revisó:	ING. JUAN LUIS SALDARÍA LOPEZ
Servicio Social	10		SUBDIRECTOR ACADÉMICO
Actividades complementarias	5	Autorizó:	LIC. MAURICIO MOKARZEL
TOTAL	213		DIRECTOR GENERAL

Fuente: [https://www.itesg.edu.mx/reticulas/sistemas\\_reticula\\_2010.pdf](https://www.itesg.edu.mx/reticulas/sistemas_reticula_2010.pdf)

Figura 17.

Retícula Ingeniería Industrial ITESG.

RETÍCULA INGENIERÍA INDUSTRIAL CLAVE: IIND-2010-227		ITESG							FEDERACIÓN NACIONAL DE MÉXICO		gto	
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Fundamentos de Investigación ACC-0906 2-2-4	Electricidad y Electrónica Industrial INC-1009 2-2-4	Metrología y Normalización AEC-1048 2-2-4	Procesos de Fabricación INC-1023 2-2-4	Administración de Proyectos INR-1003 2-1-3	Taller de Investigación I ACA-0909 0-4-4	Taller de Investigación II ACA-0910 0-4-4	Formulación y Evaluación de Proyectos AED-1030 2-3-5	Residencia Profesional				
Taller de Ética ACA-0907 0-4-4	Propiedades de los Materiales INC-1024 2-2-4	Álgebra Lineal ACF-0903 3-2-5	Física INC-1013 2-2-4	Gestión de Costos AEC-1392 2-2-4	Ingeniería Económica AEG-1037 2-2-4	Planeación Financiera INC-1021 2-2-4	Relaciones Industriales INC-1026 2-2-4	10				
Cálculo Diferencial ACF-0901 3-2-5	Cálculo Integral ACF-0902 3-2-5	Cálculo Vectorial ACF-0904 3-2-5	Algebra y Lenguajes de Programación INC-1005 2-2-4	Administración de las Operaciones I INC-1001 2-2-4	Administración de las Operaciones II INC-1002 2-2-4	Planificación y Diseño de Instalaciones INC-1022 2-2-4	Especialidad					
Taller de Herramientas Industriales INH-1029 1-3-4	Probabilidad y Estadística AEC-1053 2-2-4	Economía AEC-1018 2-2-4	Investigación de Operaciones I INC-1018 2-2-4	Investigación de Operaciones II INC-1019 2-2-4	Simulación INC-1027 2-2-4	Sistemas de Manufactura INF-1028 3-2-5	31					
Química INC-1025 2-2-4	Análisis de la Realidad Nacional INO-1006 1-2-3	Estadística Inferencial I AEF-1024 3-2-5	Estadística Inferencial II AEF-1025 3-2-5	Control Estadístico de la Calidad INF-1007 3-2-5	Administración del Mantenimiento INC-1004 2-2-4	Logística y Cadenas de Suministro INH-1020 1-3-4						
Dibujo Industrial INN-1008 0-6-6	Taller de Liderazgo INC-1030 2-2-4	Estudio del Trabajo I INJ-1011 4-2-6	Estudio del Trabajo II INJ-1012 4-2-6	Ergonomía INF-1010 3-2-5	Mercadotecnia AED-1044 2-3-5	Gestión de los Sistemas de Calidad INC-1015 2-2-4						
		Higiene y Seguridad Industrial INF-1016 3-2-5		Desarrollo Sustentable ACD-0908 2-3-5		Ingeniería de Sistemas INF-1017 2-1-3						
Inglés I		Inglés II		Inglés III		Inglés IV		Inglés V				
Inglés VI		Inglés VII										
Actividades Complementarias							Servicio Social					
5							10					
27	24	29	32	30	25	28	9					

**GUIA DE INFORMACIÓN**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA

CLAVE OFICIAL DE LA ASIGNATURA

3	2	5
Hrs. Teóricas	Hrs. Prácticas	Créditos

Fuente: [https://www.itesg.edu.mx/images/documentos/industrial\\_reticula.pdf](https://www.itesg.edu.mx/images/documentos/industrial_reticula.pdf)

**Figura 18.**

*Retícula Ingeniería en Industrias Alimentarias ITESG.*

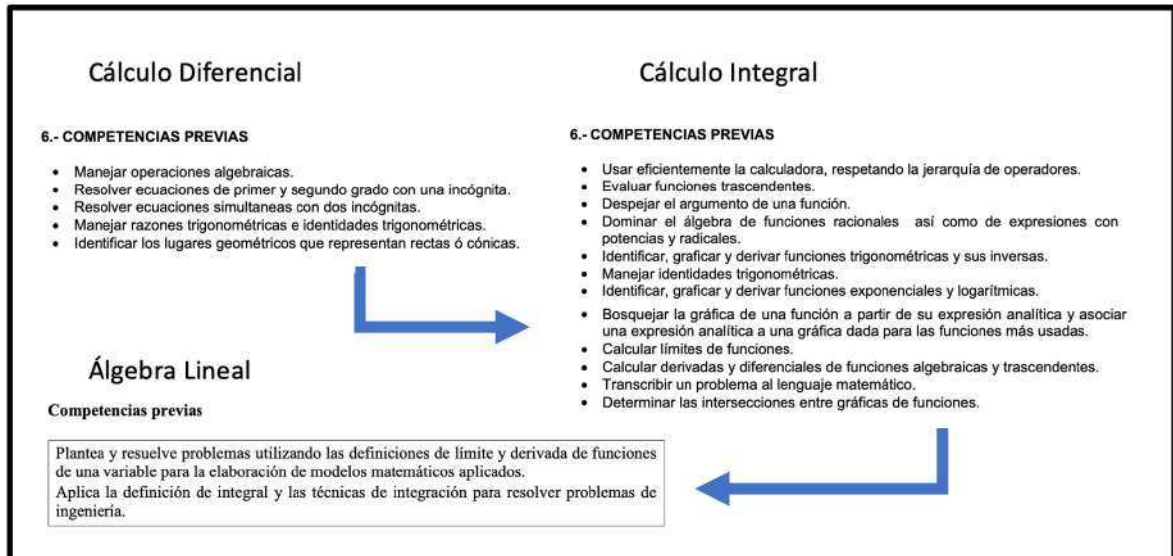
ITESG		INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE GUANAJUATO RETÍCULA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS							IIAL-2010-219	
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9		
Biología AEF-1005 3 2 5	Laboratorio de Química Analítica ALB-1015 3 4 5	Bioquímica de Alimentos I ALF-1002 3 2 5	Bioquímica de Alimentos II ALF-1003 3 2 5	Evaluación Sensorial ALF-1008 3 2 5	Biotecnología ALG-1004 3 3 6	Tecnología de Lácteos ALM-1029 2 4 6	Formulación y Evaluación de Proyectos AEF-1029 3 2 5	Especialidad		
Química Inorgánica ALF-1022 3 2 5	Química Orgánica ALF-1023 3 2 5	Ecuaciones Diferenciales ACF-0905 3 2 5	Tecnología de Conservación ALM-1027 2 4 6	Tecnología de Frutas, Hortalizas y Confitas AEM-1083 2 4 6	Gestión de la Calidad e Inocuidad Alimentaria ALC-1011 2 2 4	Tecnología de Cereales y Oleaginosas ALM-1026 2 4 6	Diseño e Impartición de Cursos Presenciales ALH-1006 3 3 4			
Cálculo Diferencial ACF-0901 3 2 5	Cálculo Integral ACF-0902 3 2 5	Termodinámica ALJ-1020 4 2 6	Flujo de Fluidos ALM-1009 2 4 6	Taller de Investigación I ACA-0909 0 4 4	Innovación y Desarrollo de Nuevos Productos ALA-1013 0 2 4	Diseño de Plantas Alimentarias ALD-1005 2 3 5	Residencia Profesional			
Taller de Ética ACA-0907 0 4 4	Álgebra Lineal ACF-0903 3 2 5	Programación ALA-1021 0 4 4	Microbiología AEM-1050 2 4 6	Operaciones de Transferencia de Calor ALM-1017 2 4 6	Operaciones de Transferencia de Masa ALM-1018 2 4 6	Operaciones Mecánicas ALM-1019 2 4 6				
Fundamentos de Investigación ACC-0906 2 2 4	Probabilidad y Estadística AEC-1081 2 2 4	Diseños Experimentales ALD-1007 2 3 5	Análisis de Alimentos ALM-1001 2 4 6	Desarrollo Sustentable ACD-0908 2 3 5	Tecnología de Cárnicos ALM-1025 2 4 6	Inducción a la Administración y Economía ALC-0912 2 2 4	Servicio Social			
Introducción a la Industria Alimentaria ALB-1014 2 3 3	Fundamentos de Física ALF-1010 2 2 4	Taller de Control Estadístico de Procesos ALA-1024 0 4 4		Microbiología de Alimentos ALD-1016 2 4 6	Taller de Investigación II ACA-0910 0 4 4	Actividades Complementarias				

Fuente: [https://www.itesg.edu.mx/reticulas/alimentarias\\_reticula\\_2010.pdf](https://www.itesg.edu.mx/reticulas/alimentarias_reticula_2010.pdf)

La Figura 19 presenta una perspectiva de las competencias previas especificadas en los programas de estudio de las Asignaturas de Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Álgebra Lineal. Cabe mencionar que Cálculo Diferencial representa el inicio y abre la pauta para cursar las otras dos asignaturas de manera secuencial.

**Figura 19.**

*Competencias previas Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Álgebra Lineal con base en los programas definidos por el Tecnológico Nacional de México.*



La selección de los temas para la intervención se realizó con base en tres aspectos principales: en primer lugar las competencias previas requeridas para las asignaturas comunes relacionadas con Álgebra en las 4 carreras de Ingeniería impartidas en el ITESG mostradas anteriormente, en segundo lugar la opinión a expertos y en tercer lugar los resultados de la aplicación del instrumento de evaluación aplicado en la primera etapa del proyecto de intervención, donde se mostraron los temas que presentan una mayor deficiencia. A continuación, se presentan los 5 temas seleccionados con base en su importancia:

- Expresiones algebraicas
- Fracciones algebraicas
- Ecuaciones de primer grado
- Sistemas de ecuaciones lineales
- Ecuaciones cuadráticas

Una vez seleccionados los temas a desarrollar en la intervención, se aplicó un instrumento de evaluación diagnóstica compuesta por 13 ítems en dichos temas, con el objetivo de obtener un antecedente a la implementación de la estrategia didáctica delimitado a los estudiantes participantes en la intervención. En esta ocasión la evaluación se realizó a una muestra de 32 estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial asignados por la institución. Los resultados se presentan en la Tabla 2, donde 0 significa respuesta incorrecta y 1 respuesta correcta.

**Tabla 2.**

*Resultados de instrumento con temas seleccionados para la realización de la intervención.*

Alumno	TEMAS													Calificación por estudiante
	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE PRIMER GRADO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES	ECUACIONES CUADRÁTICAS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
2	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	38%
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	54%
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	46%
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	85%
9	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	54%
10	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	62%
11	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31%
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31%
13	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	77%
14	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	46%
15	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	46%
16	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23%
17	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	54%
18	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	54%

19	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	69%	
20	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	31%	
21	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	54%	
22	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	54%	
23	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	38%	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	
25	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	31%	
26	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	62%	
27	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	69%	
28	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	46%	
29	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	38%	
30	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	46%	
31	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	31%	
32	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	62%	
<b>TOTAL</b>	64/96			31/96			51/96			24/32			40/96		
<b>RESPUESTAS CORRECTAS POR COMPETENCIA</b>															
<b>PROMEDIO</b>	67%			32%			53%			75%			42%		
<b>RESPUESTAS CORRECTAS POR COMPETENCIA</b>															

Fuente: elaboración propia.

En la tabla de resultados se pueden observar las calificaciones individuales por alumno y los promedios por tema. El tema con mayor dificultad para resolver en los estudiantes en este instrumento fue la simplificación de fracciones algebraicas con un 32% de respuestas correctas, seguida de la resolución de ecuaciones cuadráticas con un 42%.

Adicionalmente, las respuestas incorrectas se clasificaron de acuerdo con la clasificación propuesta por Abrate, Pochulu y Vargas (2006), acerca de los tipos de errores matemáticos (Tabla 3):

**E1. Errores derivados del lenguaje matemático.** Estos errores resultan de la traducción incorrecta de hechos matemáticos definidos en un lenguaje natural a otro

lenguaje más formado matemáticamente, o de un lenguaje simbólico a otro lenguaje simbólico.

**E2. Errores por dificultades en la obtención de datos de ubicación.** Estos errores están relacionados con deficiencias en la capacidad de pensar en imágenes espaciales o visuales, lo que lleva a una mala interpretación de hechos o datos matemáticos.

**E3. Errores debidos a conclusiones o asociaciones erróneas.** Los errores de inferencia o asociación defectuosa surgen al aplicar o inferir que las reglas y características identificadas por esquemas significativos se aplican en contextos análogos o relacionados. En estas circunstancias, el alumno es consciente de que la situación presentada es diferente de las demás consideradas, pero "inventa" nuevas reglas o aporta la validez de las conocidas de otras situaciones al caso considerado.

**E4. Errores causados al recuperar el esquema anterior.** Estos errores se deben a la persistencia de ciertos elementos de contenido o al proceso de solución de la situación, aunque hayan cambiado las condiciones básicas del problema matemático considerado. El alumno no se da cuenta de que la situación es diferente a las que le presentan los demás, por lo que no saca conclusiones competentes sobre las reglas o características, sino que las aplica considerando que se encuentran en un contexto conocido.

**E5. Errores resultantes de cálculos incorrectos o accidentales.** Los errores son causados por cálculos incorrectos o accidentales cuando cada paso de un problema matemático o proceso de resolución de problemas es correcto o corresponde a la lógica interna de la acción deseada, pero el resultado final no es una solución debido a errores de cálculo mientras realiza funciones básicas o causado por la transferencia incorrecta de símbolos y números relacionados con el proceso de solución.

**E6. Posibles errores por falta de construcción de conocimientos previos.** Estos errores resultan del aprendizaje incorrecto o incompleto de hechos, destrezas, habilidades y conceptos previos que impiden la correcta comprensión de la

información. Esta categoría incluye los errores causados por una discrepancia entre la información de la pregunta y el tratamiento que le da el estudiante.

**E7. Errores por falta de conocimientos previos.** Este tipo de error resulta de la falta o ausencia de conceptos y destrezas previas, hechos y destrezas que impiden el procesamiento de la información en su conjunto y la resolución de un problema o tarea matemática.

**Tabla 3.**

*Clasificación por tipo de error a respuestas incorrectas en evaluación diagnóstica*

Muestras	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE PRIMER GRADO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES		ECUCIONES CUADRÁTICAS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	E5	E1	E5	E7	E3	E7	E1	E5	E7	E3	E7	E7	E7	
2			E5	E7	E7	E7		E3			E3	E3	E3	
3	E5			E1						E3	E7	E7	E7	
4					E1									
5														
6	E5			E7	E7	E7		E3	E3				E3	
7					E3									
8						E5		E3						
9	E5			E7	E7	E7		E1	E1					
10	E3		E5		E7	E7			E5					
11				E5	E5	E5		E5	E5	E5	E7	E7	E7	
12					E3	E7	E5	E1	E7	E7	E7	E7	E7	
13					E3	E7			E5					
14	E5		E5		E3	E7		E5	E1	E5				
15	E1			E3	E7	E7					E3	E3	E3	
16			E5		E3	E7		E5	E7	E7	E7	E7	E7	
17	E1	E1	E5		E7			E5	E5					
18	E1			E3	E3						E3	E3	E3	
19		E3				E3			E7			E1		
20	E1			E3	E3	E7	E1		E7		E3	E3	E3	
21	E1		E1		E3		E3	E3	E3					
22				E7	E7	E7			E5		E3	E1		
23			E1	E7	E7	E7		E3			E3	E3	E3	



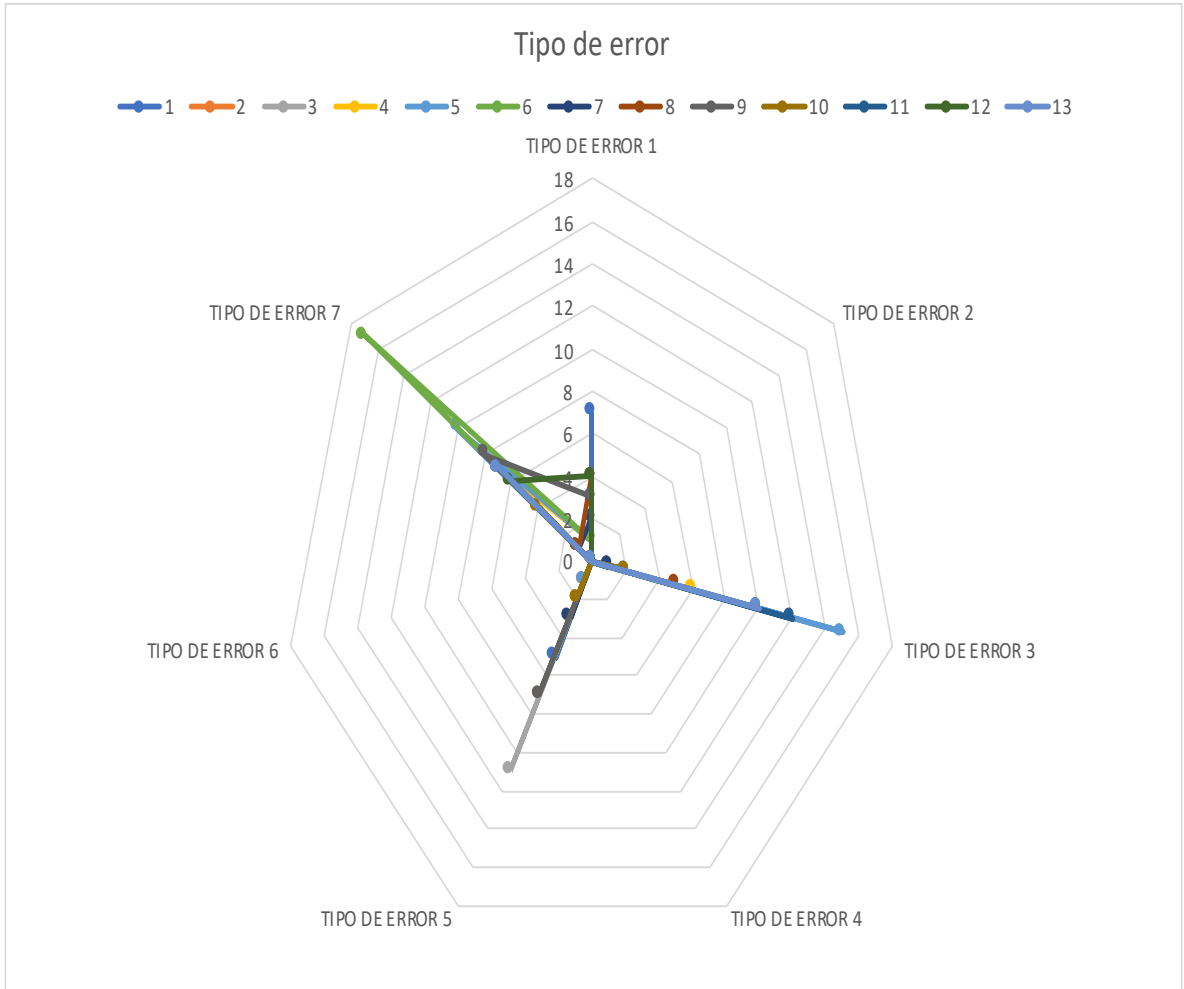
24	E1	E1	E1	E7	E7	E7	E5	E5	E7	E7	E3	E3	E7
25			E5	E3	E3	E3			E7	E7	E7	E7	E7
26			E3	E3							E3	E3	E3
27	E1		E5		E3				E5				
28		E5		E3	E7	E7			E5		E3	E1	
29			E5	E5	E3	E1		E7			E3	E3	E3
30			E5		E3	E7		E1			E3	E3	E3
31			E5		E3	E7	E5	E1	E7		E3	E3	E3
32							E7	E5	E1		E7	E1	

Fuente: elaboración propia con base en Abrate, Pochulu y Vargas (2006).

Con esta clasificación, en la Figura 20 se observa que la mayoría de los errores se encuentran en orden descendiente entre los tipos 7 (errores debidos a la ausencia de conocimientos previos), 3 (errores debidos a inferencias o asociaciones incorrectas), 5 (errores debidos a cálculos incorrectos o accidentales) y 1 (Errores debidos al lenguaje matemático), por lo que se confirma la información proporcionada en la consulta a expertos acerca de las deficiencias en conocimientos previos y a conocimientos erróneos en niveles educativos previos.

**Figura 20.**

*Concentrado de clasificación por tipos de errores. Fuente: elaboración propia con base en Abrate, Pochulu y Vargas (2006).*



## CAPITULO 5. DISEÑO Y DESARROLLO DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA (FASE 2)

### 5.1 DESARROLLO DEL NOOC

Para la metodología y naturaleza de producción y desarrollo del NOOC, se toman en cuenta tres estructuras principales (Fisher et al., 2014):

1. El diseño instruccional: planteamiento de estrategias didácticas, dinamización del aprendizaje y evaluación.
2. La operación del curso: oferta del material, certificación, seguimiento y evaluación del rendimiento de los usuarios en el entorno virtual de aprendizaje.
3. Los contenidos audiovisuales y multimedia complementados con actividades de comprensión, contenidos textuales e infográficos y de evaluación.

Dichas estructuras se relacionan con la idoneidad didáctica y el proceso de modelación en la parte de diseño instruccional, así como se presenta en la Figura 21.

#### **Figura 21.**

*Estructura del NOOC y su relación con la idoneidad didáctica y la modelación matemática.*



#### 5.1.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL

De acuerdo con Godino, Contreras y Font (2006), un proceso de diseño instruccional comprende distintas dimensiones interconectadas: epistémica (significados institucionales), docente (funciones del profesor), discente (funciones

de los alumnos), mediacional (recursos materiales), cognitiva (significados personales) y emocional (sentimientos y afectos). Cada una de estas dimensiones se puede modelizar como un proceso estocástico cuyos estados pueden categorizarse a través del tiempo.

Para cada proceso de instrucción matemática sobre un objeto matemático se toman en cuenta elementos del significado pretendido del objeto y de las funciones docentes y discentes (Godino, 2002).

Tomando como base el trabajo de los autores mencionados, los recursos instruccionales específicos de la propuesta de intervención se seleccionarán y modelizarán como una distribución temporal de funciones y componentes en sus posibles estados. Lo anterior como una trayectoria que describa esa secuencia en particular de funciones o componentes. Los autores proponen los siguientes tipos de procesos y sus correspondientes trayectorias (Tabla 4).

**Tabla 4.**

*Trayectorias para cada proceso instruccional.*

<b>Trayectoria</b>	<b>Descripción</b>
<b>Trayectoria epistémica</b>	Distribución del tiempo de enseñanza del componente significado institucional aplicado. Estos componentes (problemas, funciones, lenguaje, definiciones, propiedades, argumentos) se suceden en un orden específico en el proceso de comando.
<b>Trayectoria docente</b>	Distribución de las tareas/actividades docentes a lo largo del proceso de aprendizaje.
<b>Trayectoria discente</b>	Distribución de las actividades de los alumnos (una para cada alumno).
<b>Trayectoria mediacional</b>	Representa la distribución de los recursos técnicos utilizados (libros, apuntes, herramientas, software, etc.).
<b>Trayectorias cognitivas:</b>	Significados personales de los alumnos en su cronogénesis.

---

<b>Trayectorias emocionales</b>	La distribución temporal de los estados emocionales de cada estudiante (actitudes, valores, amores y sentimientos) en relación con los objetos matemáticos y el proceso de aprendizaje.
---------------------------------	---

---

Fuente: Godino, Contreras y Font (2006).

Cada una de estas trayectorias actúa de forma no determinística, ya que sus elementos pueden ser aleatorios y producir cambios en las trayectorias anteriores debido a la situación personal de cada estudiante.

### **Trayectoria epistémica**

En este apartado, se distinguen seis categorías de estados posibles, de acuerdo con el tipo de entidad a estudiar:

E1 Situación: Se da un ejemplo de cierto tipo de problema.

E2: Activación: Se discute el desarrollo o investigación de una forma de resolver problemas.

E3: Lingüística: introduce notación, representaciones gráficas, etc.

E4: Conceptual: Se formulan o interpretan definiciones de objetos colocados en el juego.

E5: Propuesta: Se declaran e interpretan propiedades.

E6: Argumentativa: Se justifican las acciones realizadas o las propiedades declaradas.

Los estados mencionados suceden a través del proceso instruccional. Esta configuración epistémica se centra en el avance del conocimiento matemático y su complejidad onto – semiótica. En cada configuración se observan unidades de análisis elementales llamadas unidades epistémicas, las cuales, a su vez se componen de unidades naturales de análisis formadas por oraciones que componen la crónica de un proceso de estudio.

Con base en lo anterior, se presenta en la tabla 5 la descripción de trayectoria epistémica para cada uno de los 5 temas incluidos en la propuesta de intervención NOOC siguiendo un proceso de modelización.

**Tabla 5.**

*Trayectoria epistémica para cada uno de los 5 temas de la propuesta de intervención*

<b>Unidad natural</b>	<b>Configuración - epistémica (tiempo)</b>	<b>Unidad epistémica</b>	<b>-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>
0	CE1	0		Fundamentar los conceptos básicos de cada uno de los 5 temas seleccionados para la intervención por medio del rigor matemático de la demostración	E1: situacional
1		1		Definir simplificaciones sustentadas en teorías y construcción del objeto o modelo teórico de cada tema incluyendo a la aritmética y sus principios	E2: Actuativo

2	2	Utilización de lenguaje algebraico.	E3: Lingüístico
3	3	Expresiones algebraicas  Fracciones algebraicas  Ecuaciones de primer grado  Sistemas de ecuaciones lineales  Ecuaciones cuadráticas.	E4: Conceptual
4	4	Demostraciones y casos de aplicación para cada tema	E5: Proposicional  E6: Argumentativo

Fuente: Elaboración propia con base en Godino, Contreras y Font (2006).

### **Trayectoria docente**

Se refiere a la secuencia de actividades que realiza el docente durante el proceso de aprendizaje, para lo cual los autores proponen la siguiente clasificación:

P1: Planificación: planificar el proceso, elegir los contenidos y significados a explorar (crear el significado pretendido y la trayectoria epistémica esperada).

P2: Motivación: Crear un ambiente de afectividad, respeto y motivación para la participación individual y colaborativa en el proceso formativo.

P3: Tareas: dirigir y orientar el proceso de aprendizaje, distribución del tiempo, organizar tareas, dirigir y estimular la actividad del alumno.

P4: Regulación: establecimiento de reglas (definiciones, enunciados, justificaciones, soluciones a problemas, ejemplos), memoria e interpretación de conocimientos previos necesarios a medida que avanzan los estudios, reconfiguración del diseño planificado.

P5: Evaluación: comprobar y evaluar los aprendizajes alcanzados en los momentos críticos (inicio, final y durante el proceso) y solucionar las dificultades individuales identificadas.

P6: Indagación: reflexión y análisis del proceso de desarrollo para traer cambios a sus futuras aplicaciones y articulación entre diferentes momentos y partes del aprendizaje.

Debido a que la propuesta NOOC de intervención utiliza medios electrónicos de comunicación entre alumno y docente, se presenta como ejemplo la trayectoria docente donde intervienen funciones para cada estado, destacando que el estado de planificación debe tomar en cuenta los estados de motivación e investigación (Tabla 6).

**Tabla 6.**

*Trayectoria docente para cada uno de los 5 temas de la propuesta de intervención.*

<b>Unidad natural</b>	<b>Configuración - epistémica (tiempo)</b>	<b>Unidad epistémica</b>	<b>-</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>
<b>0</b>	CE1	0		Diseño de los contenidos para presentar para cada uno de los 5 temas de la	P1: Planificación



		propuesta de intervención	
1	1	Asignación del de ejercicios a realizar por el estudiante en cada tema, incluyendo las indicaciones y tiempos de entrega correspondientes.	P3: Asignación de tareas
2	2	Evaluación del curso por medio de los ejercicios asignados en la plataforma <i>Microsoft Teams</i>	P5: Evaluación

Fuente: Elaboración propia con base en Godino, Contreras y Font (2006).

### **Trayectoria discente**

Se refiere a las funciones y acciones que desempeña un alumno de acuerdo con una configuración epistémica, para los cuales se presenta el siguiente listado de clasificación:

A1: Aceptar el compromiso con la educación, adquiriendo una actitud positiva hacia el aprendizaje y la cooperación con los compañeros.

A2: Investigar, buscar suposiciones y formas de responder a las preguntas presentadas.

A3: Recordar, interpretar y seguir el significado de reglas (conceptos y enunciados) y elementos lingüísticos en cualquier situación.

A4: Diseñar soluciones a situaciones o tareas presentadas bien al profesor, a toda la clase o en grupo.

A5: Argumentación y justificación de argumentos (para profesor o compañeros).

A6: Obtener información sobre formas de hacer, describir, nombrar, confirmar.

A7: Pedir información: Situaciones en las que los alumnos solicitan información al profesor o a otros compañeros (por ejemplo, cuando no entienden el significado del idioma utilizado o no recuerdan la información previa necesaria).

A8: Práctica: Realización de tareas rutinarias para dominar determinadas técnicas.

A9: Evaluación: Espacios donde el alumno realiza pruebas de evaluación o autoevaluaciones recomendadas por el docente.

La trayectoria discente esperada en los alumnos participantes de la propuesta de intervención NOOC es la siguiente (Tabla 7):

### Tabla 7.

*Ejemplo de Trayectoria discente para cada uno de los 5 temas de la propuesta de intervención.*

Unidad natural	Configuración epistémica (tiempo)	Unidad epistémica	-	Descripción	Estado
0	CE1	0		Analizar el material del NOOC y comprender las indicaciones del curso, así como del cumplimiento de sus actividades	A6: recepción

1	1	Definir simplificaciones sustentadas en teorías y construcción del objeto o modelo teórico para cada uno de los 5 temas del NOOC	A2: recuerdo
2	2	Realización de ejercicios propuestos para cada tema del NOOC	A8: ejercitación
3	3	Presentar los resultados obtenidos a los planteamientos asignados en cada tema del NOOC.	A4: formulación
4	4	Realización de la evaluación asignada en cada uno de los temas del NOOC	A9: evaluación

Fuente: Elaboración propia con base en Godino, Contreras y Font (2006).

### Trayectoria mediacional

Los medios o recursos utilizados en el diseño instruccional se componen por medios electrónicos de comunicación, en este caso la plataforma *Microsoft Teams* para el desarrollo de los temas de la propuesta de intervención

### **Trayectoria cognitiva**

Para esta trayectoria de significado personal en los estudiantes, el seguimiento se abordará por medio del análisis de los significados al inicio del proceso por medio de los resultados en la evaluación diagnóstica siguiendo con el análisis de los resultados finales obtenidos de manera individual. Esto representaría el seguimiento a las prácticas personales, sin embargo, dejaría fuera cuestiones externas que podrían afectar en el desarrollo de significados personales, así como su registro de manera electrónica.

### **Trayectoria emocional**

Las emociones juegan un papel importante dentro de la apropiación de las situaciones y planteamientos matemáticos realizados, en este caso, el proceso de intervención deberá tomar en cuenta situaciones emocionales particulares que podrían afectar esta trayectoria en los estudiantes participantes.

El análisis de las trayectorias didácticas sirve como guía para encontrar las técnicas didácticas por medio de configuraciones que mejoren el desempeño escolar (Godino, Contreras y Font, 2006).

De manera complementaria, en el análisis global de un proceso de instrucción implementado o un proceso de instrucción planificado, deben valorarse los cinco criterios de idoneidad: epistémica o el nivel de representatividad para el grado en el

que se aborda; cognitiva o el nivel en que los materiales utilizados se encuentran al nivel de los estudiantes; semiótica o igualdad entre los significados atribuidos a cierta expresión; mediacional o el nivel de adecuación de los recursos y materiales disponibles y finalmente emocional o el nivel de implicación, motivación e interés por el proceso de instrucción. Para tal fin, Godino et al. (2006), utilizan a las configuraciones didácticas como herramientas teóricas que permiten las interacciones entre alumnos y profesores durante una tarea matemática en específico durante un tiempo determinado, incorporando configuraciones epistémicas alineadas con el primer criterio de idoneidad epistémica y dejando la opción para utilizar este mismo tipo de configuraciones en el resto de los criterios. Los autores proponen que un análisis Ontosemiótico debería realizarse inicialmente desde una perspectiva global, identificando los objetivos que persigue, así como sus configuraciones epistémicas, cognitivas, semióticas, mediacionales y emocionales con su posterior análisis detallado.

En el siguiente apartado se presentan las diferentes configuraciones globales para cada uno de los cinco temas seleccionados en el proceso de intervención (expresiones algebraicas, fracciones algebraicas, ecuaciones de primer grado, sistemas de ecuaciones lineales y ecuaciones cuadráticas), dando paso a sus configuraciones epistémicas, cognitivas, semióticas, mediacionales y emocionales. El análisis de estas configuraciones iniciales dará paso al desarrollo de los contenidos del curso y su evaluación en el proceso de intervención, permitiendo refinar la planificación del proceso para futuras iteraciones.

### 5.1.2 DESARROLLO DEL CURSO

Para el desarrollo del curso propuesto, se muestran a continuación las diferentes configuraciones globales elaboradas a partir de cada uno de los temas por abordar, seguidas de sus configuraciones para cada uno de los criterios de idoneidad del EOS a ser utilizadas en la primera iteración.

## TEMA: EXPRESIONES ALGEBRAICAS

El significado pretendido para el EOS se aplica en esta ocasión para los cursos de ciencias básicas incluidos en primero y segundo semestre de Ingeniería, presentando de manera inicial la definición de las expresiones algebraicas y enseguida se desarrollan ejercicios y ejemplos de aplicación cuyos resultados utilizan expresiones algebraicas. La situación que se plantea en este tema tiene como objetivo responder al cuestionamiento de cómo discriminar las situaciones que utilizan expresiones algebraicas y cómo resolverlas. La figura 22 representa la estructura global de dicha lección, integrando la secuencia de configuraciones relacionadas a los tipos de ejercicios planteados, la llamada configuración 1 se refiere a los ejercicios planteados en el curso propuesto como intervención.

### Figura 22.

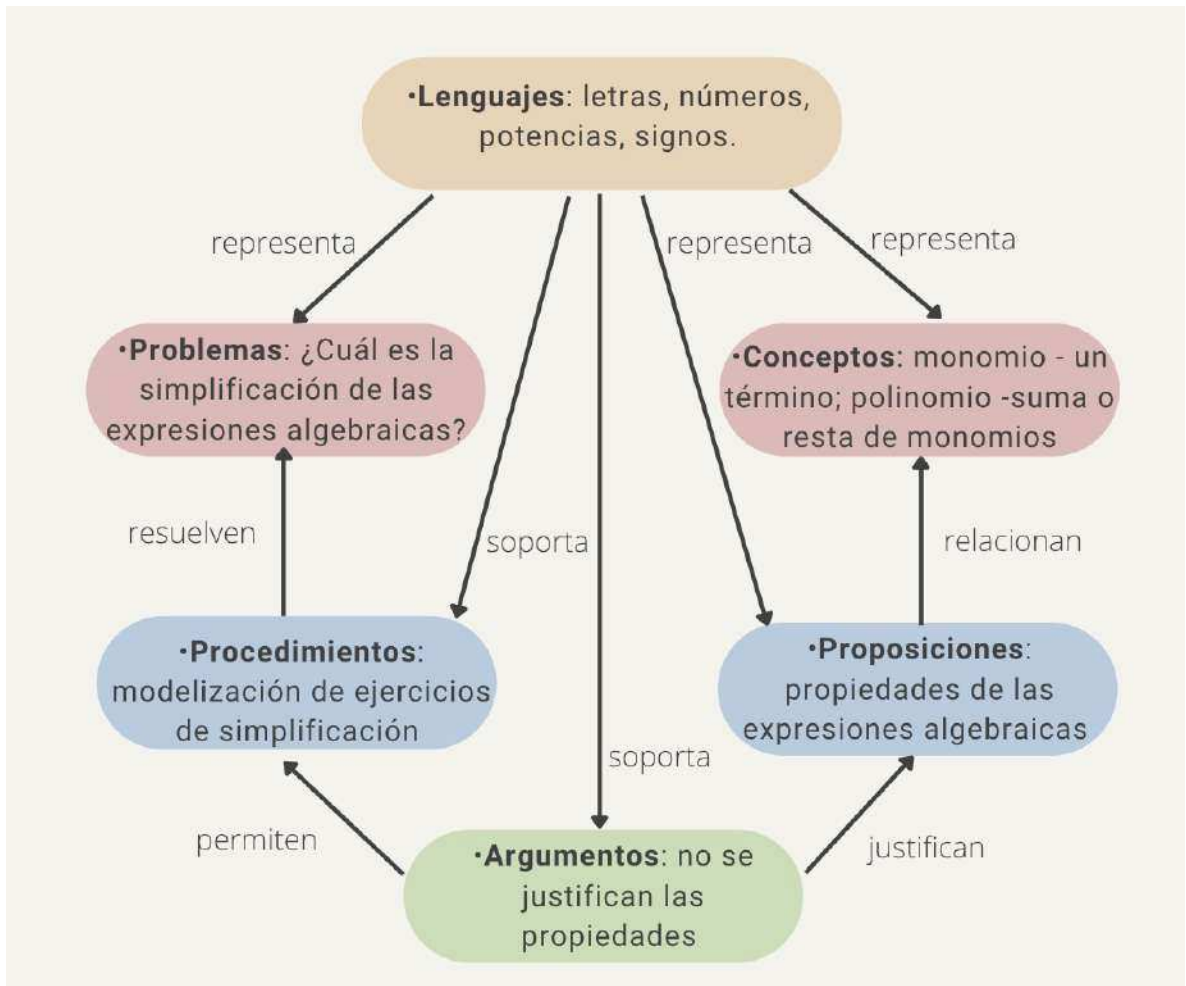
*Configuración global del tema expresiones algebraicas.*



Para esta configuración global, la figura 23 presenta la configuración epistémica que aborda los elementos de lenguajes, situaciones, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos relacionados con el tema de expresiones algebraicas.

**Figura 23.**

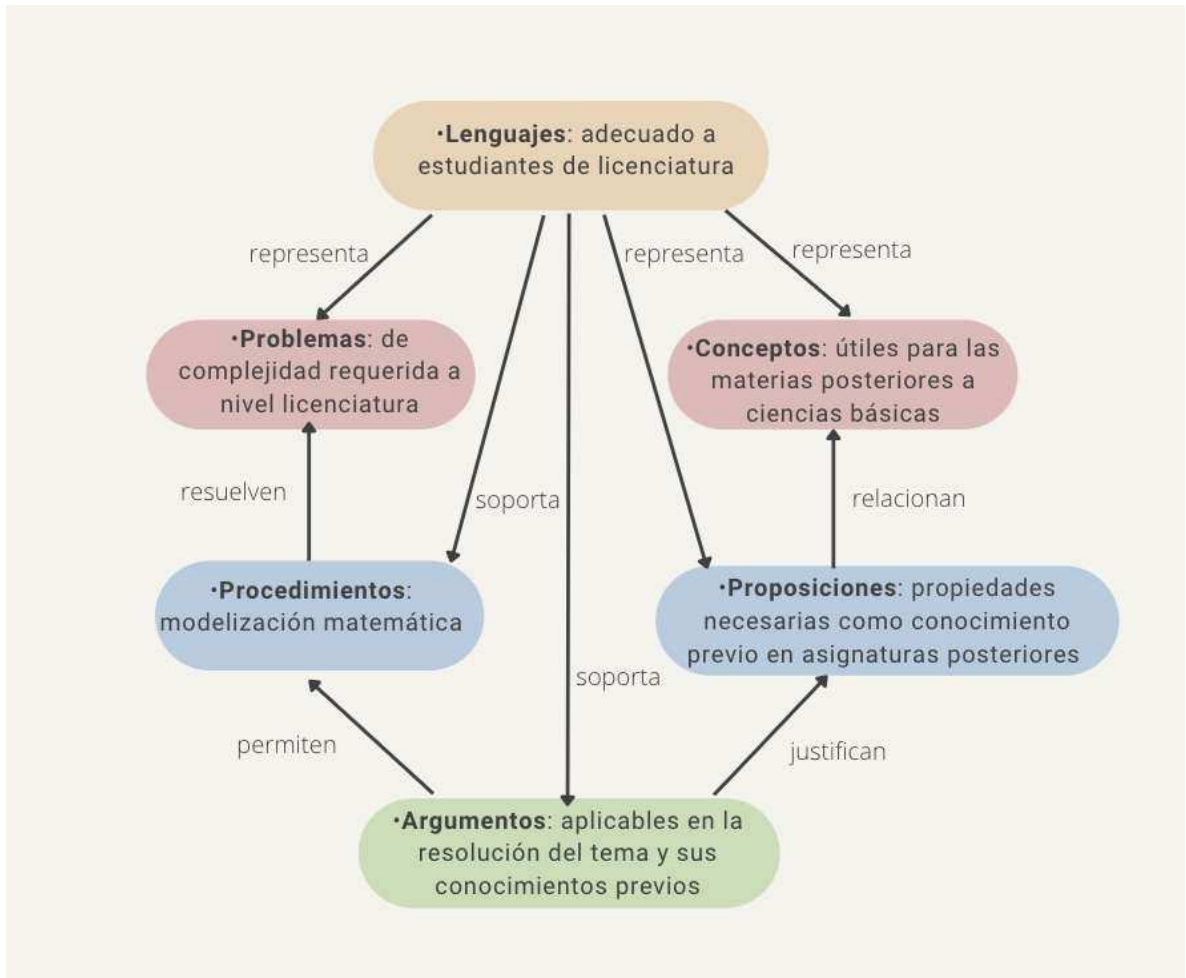
*Configuración epistémica del tema expresiones algebraicas.*



Por otra parte, la configuración cognitiva aparece en la figura 24, donde se abordan los significados previos y pretendidos para este tema.

**Figura 24.**

*Configuración cognitiva del tema expresiones algebraicas.*

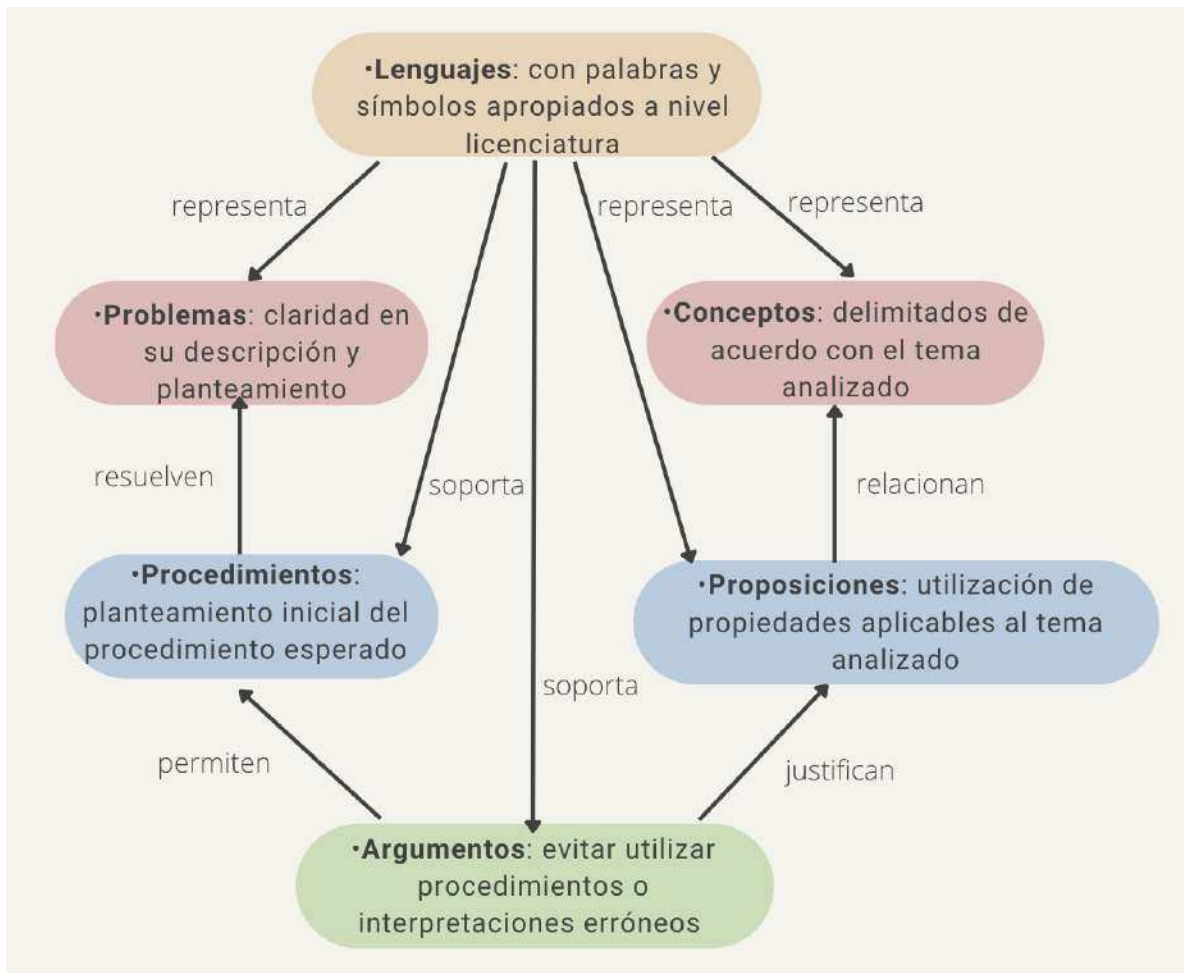




En la figura 25 la configuración semiótica con la configuración elaborada para este tema.

**Figura 25.**

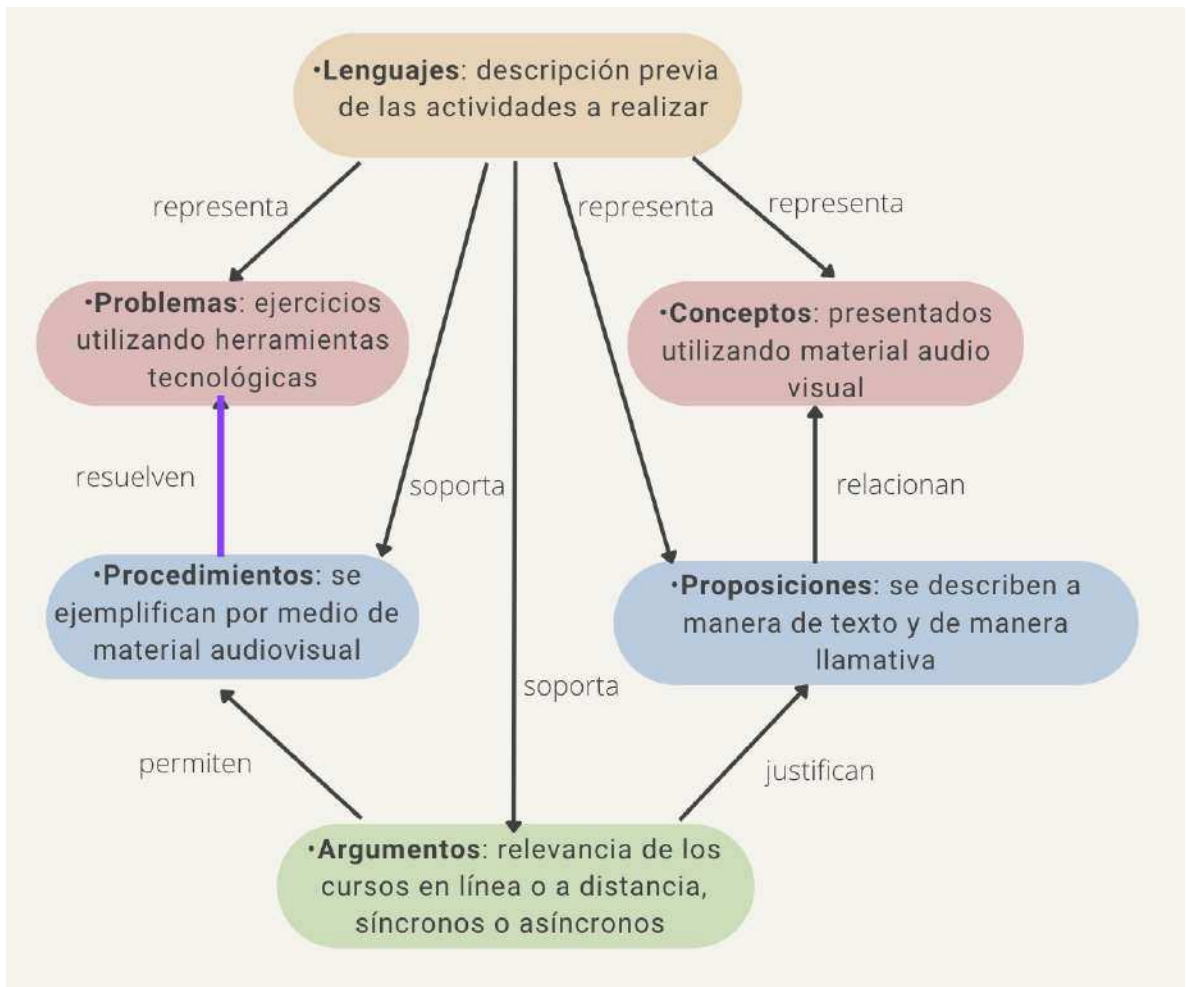
*Configuración semiótica del tema expresiones algebraicas.*



La figura 26 ofrece una representación de la configuración mediacional y la figura 27 la configuración emocional desarrolladas para este tema.

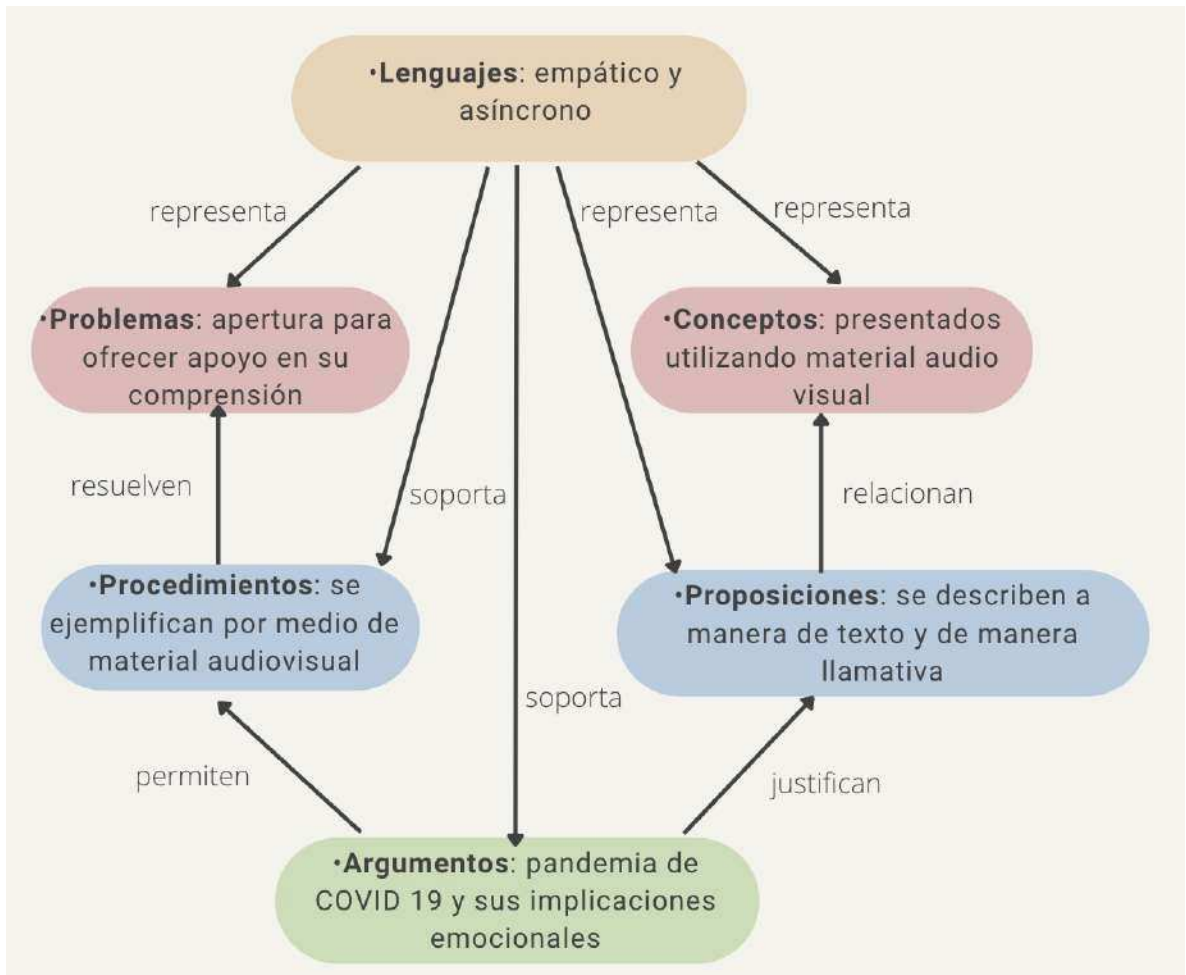
**Figura 26.**

*Configuración mediacional del tema expresiones algebraicas.*



**Figura 27.**

*Configuración emocional del tema expresiones algebraicas.*



## TEMA: FRACCIONES ALGEBRAICAS

El significado pretendido para el EOS se aplica en este trabajo para los cursos de ciencias básicas incluidos en primero y segundo semestre de Ingeniería, presentando de manera inicial la definición de las fracciones algebraicas y enseguida se desarrollan ejercicios y ejemplos de aplicación cuyos resultados utilizan fracciones algebraicas. La situación que se plantea en este tema tiene como objetivo responder al cuestionamiento de cómo discriminar las situaciones que utilizan fracciones algebraicas y cómo resolverlas. La figura 28 representa la estructura global de dicha lección, integrando la secuencia de configuraciones relacionadas a los tipos de ejercicios planteados, la llamada configuración 1 se refiere a los ejercicios planteados en el curso propuesto como intervención.

### Figura 28.

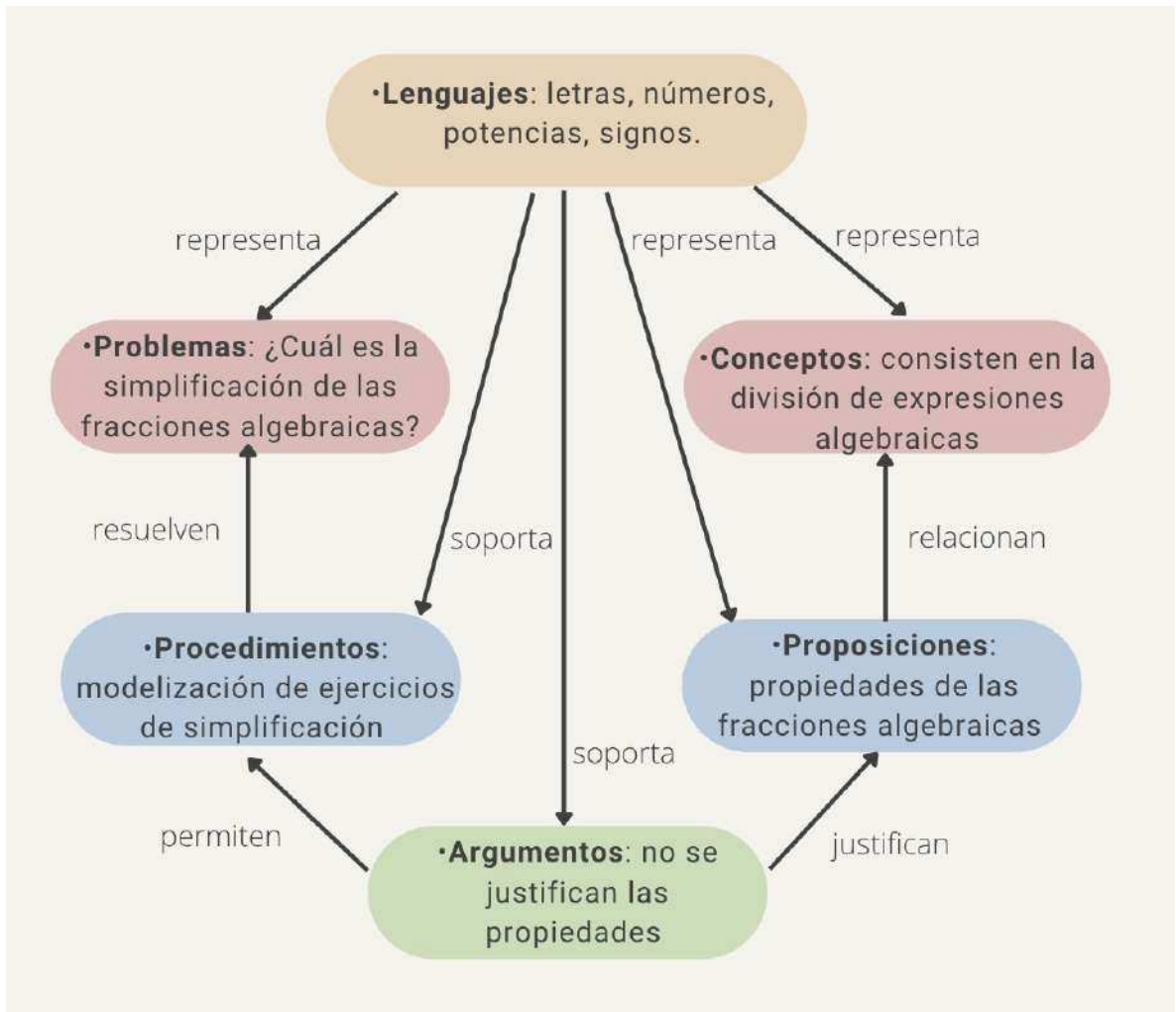
*Configuración global del tema fracciones algebraicas.*



Para esta configuración global, la figura 29 presenta la configuración epistémica que aborda los elementos de lenguajes, situaciones, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos relacionados con el tema de fracciones algebraicas.

**Figura 29.**

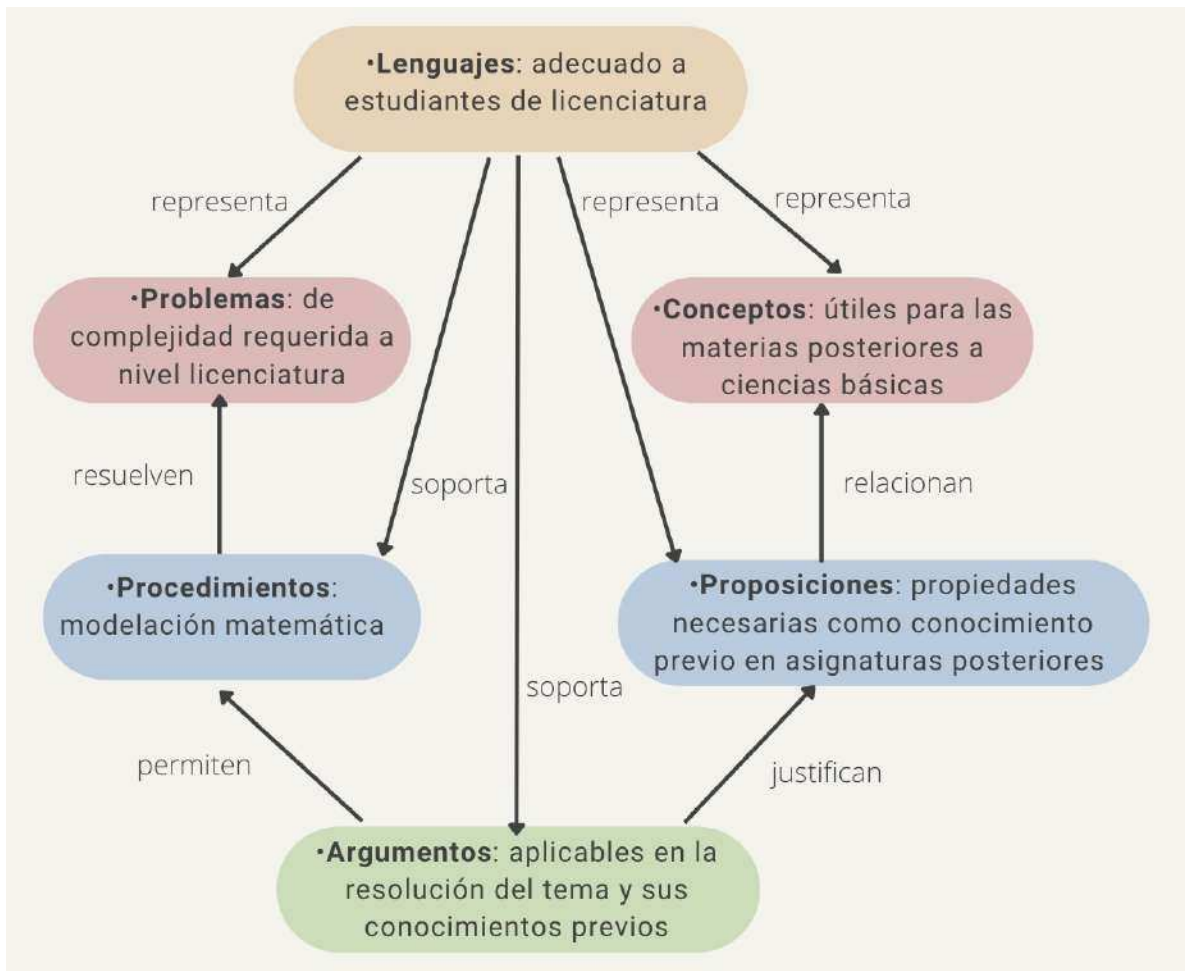
*Configuración epistémica del tema fracciones algebraicas.*



Por otra parte, la configuración cognitiva aparece en la figura 30, donde se abordan los significados previos y pretendidos para este tema.

**Figura 30.**

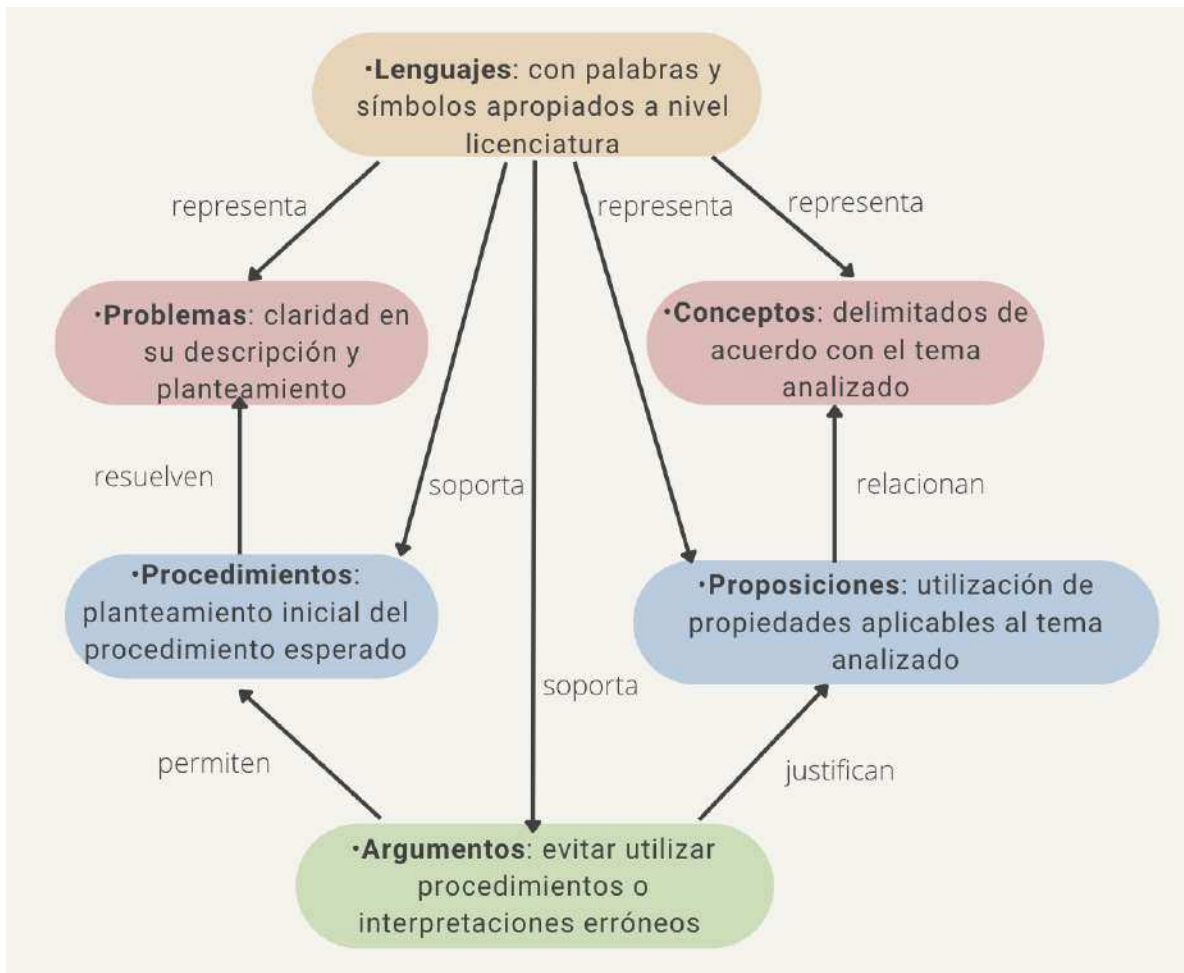
*Configuración cognitiva del tema fracciones algebraicas.*



En la figura 31 la configuración semiótica con la configuración elaborada para este tema.

**Figura 31.**

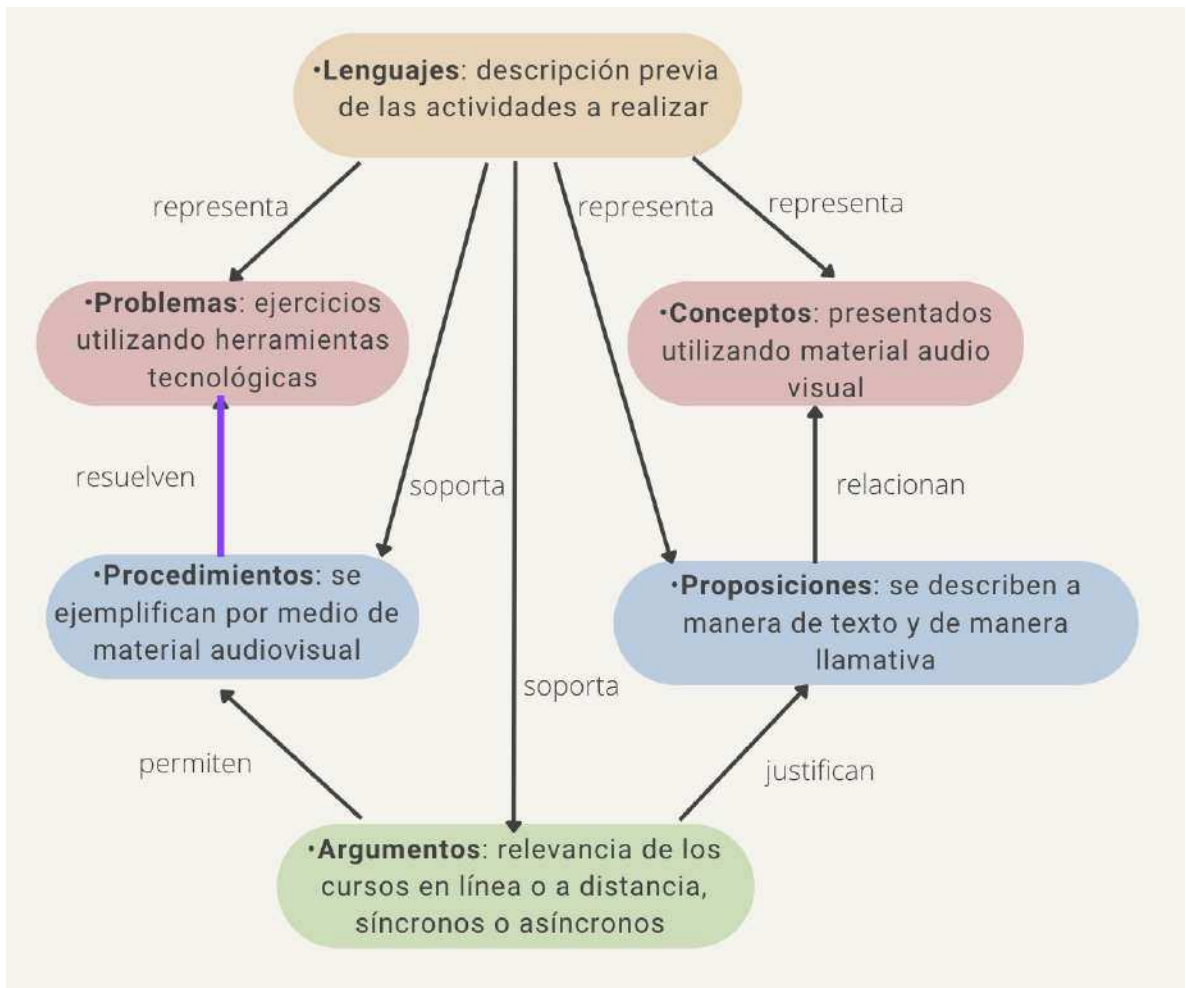
*Configuración semiótica del tema fracciones algebraicas.*



La figura 32 ofrece una representación de la configuración mediacional y la figura 33 la configuración emocional desarrolladas para este tema.

**Figura 32.**

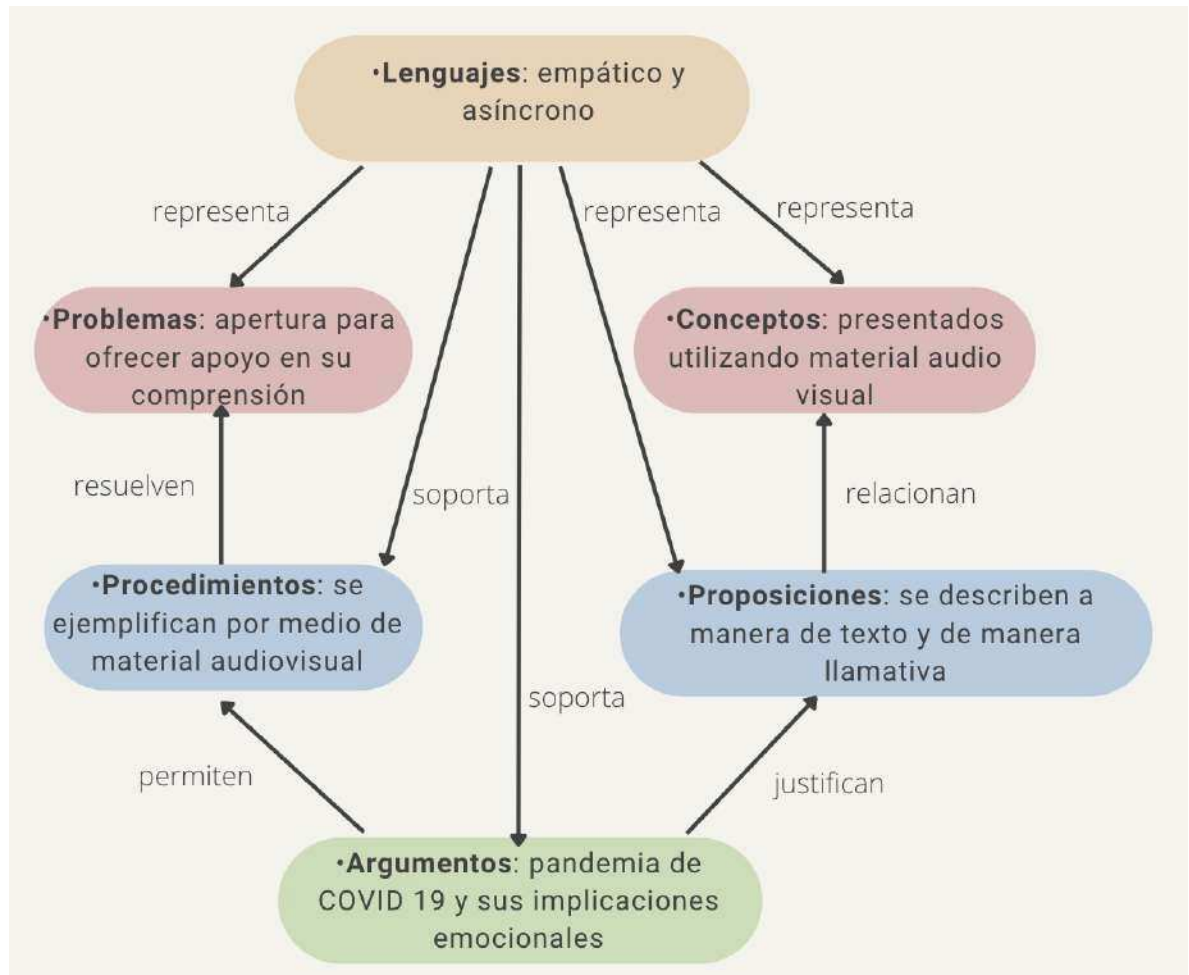
*Configuración mediacional del tema fracciones algebraicas.*





**Figura 33.**

*Configuración emocional del tema fracciones algebraicas.*



#### TEMA: ECUACIONES DE PRIMER GRADO

El significado pretendido para el EOS se aplica en esta ocasión para los cursos de ciencias básicas incluidos en primero y segundo semestre de Ingeniería, presentando de manera inicial la definición de las ecuaciones de primer grado y enseguida se desarrollan ejercicios y ejemplos de aplicación cuyos resultados utilizan ecuaciones de primer grado. La situación que se plantea en este tema tiene como objetivo responder al cuestionamiento de cómo discriminar las situaciones que utilizan ecuaciones de primer grado y cómo resolverlas. La figura 34 representa la estructura global de dicha lección, integrando la secuencia de configuraciones

relacionadas a los tipos de ejercicios planteados, la llamada configuración 1 se refiere a los ejercicios planteados en el curso propuesto como intervención.

**Figura 34.**

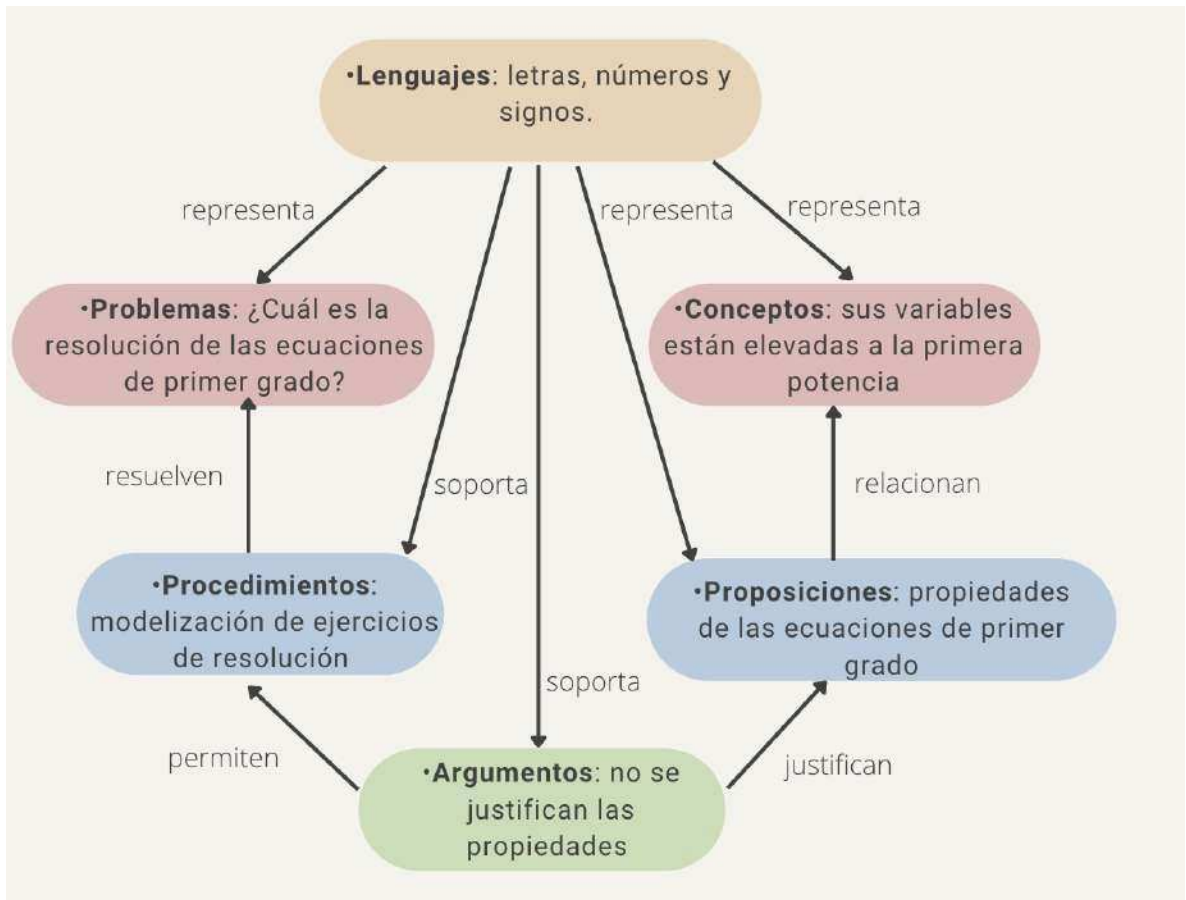
*Configuración global del tema ecuaciones de primer grado.*



Para esta configuración global, la figura 35 presenta la configuración epistémica que aborda los elementos de lenguajes, situaciones, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos relacionados con el tema de ecuaciones de primer grado.

**Figura 35.**

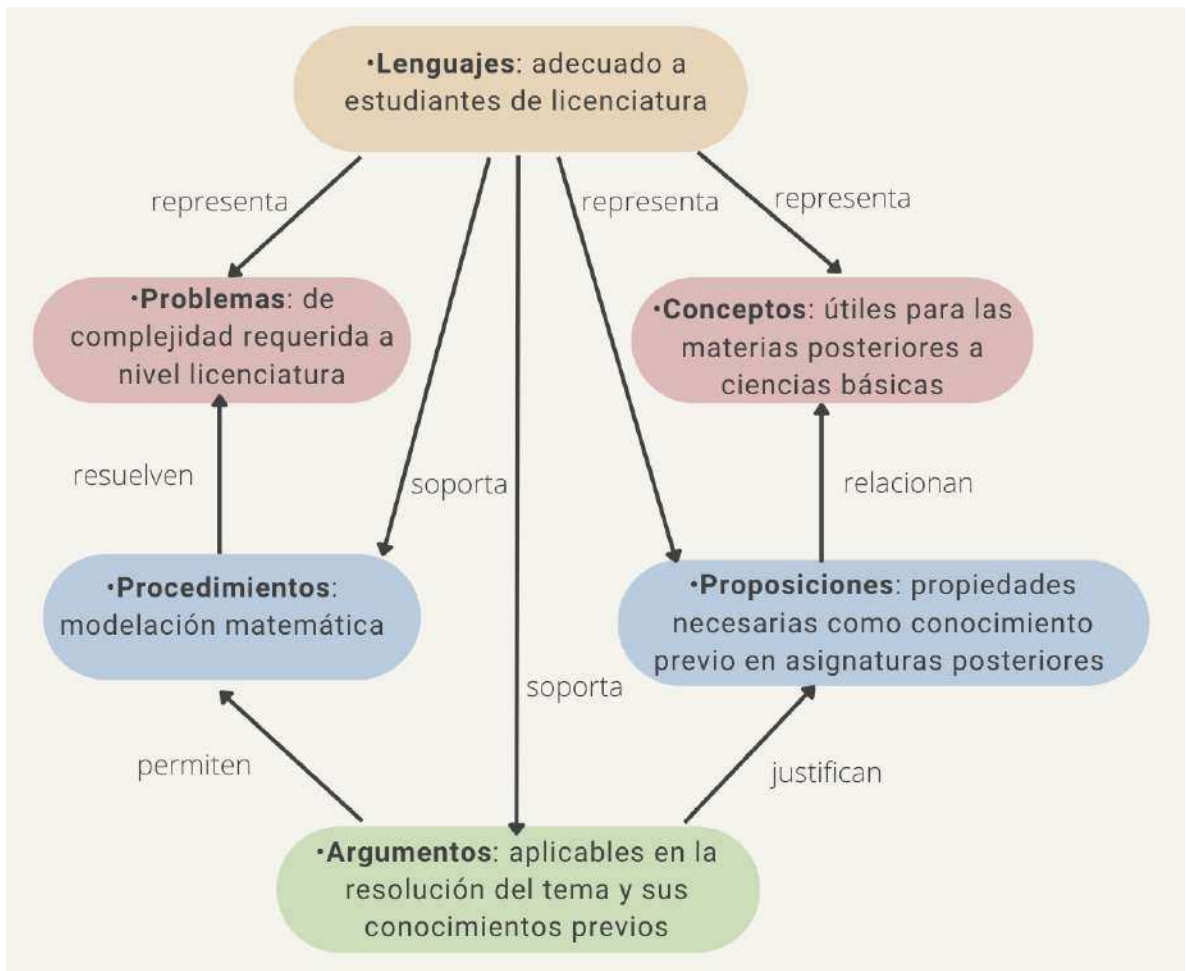
*Configuración epistémica del tema ecuaciones de primer grado.*



Por otra parte, la configuración cognitiva aparece en la figura 36, donde se abordan los significados previos y pretendidos para este tema.

**Figura 36.**

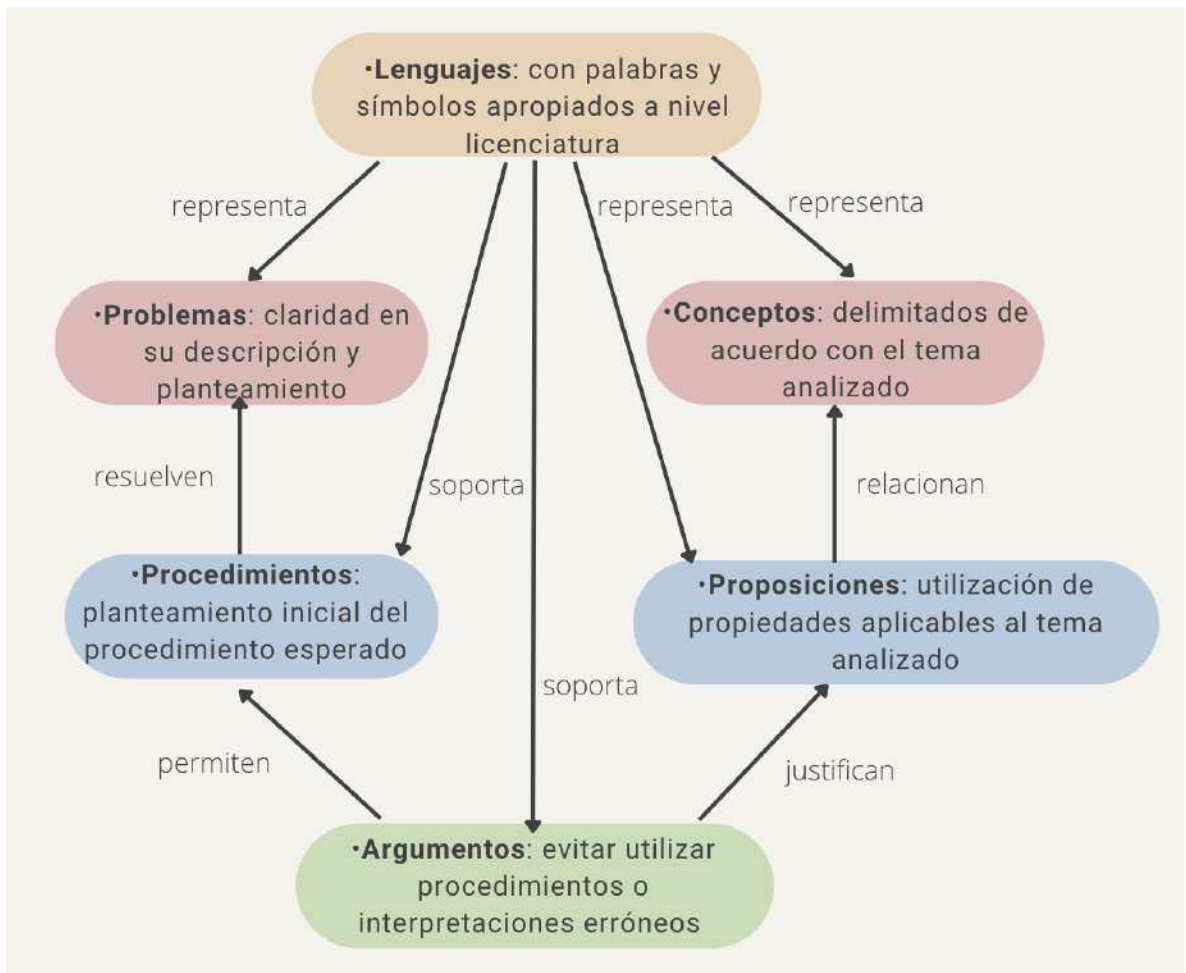
*Configuración cognitiva del tema ecuaciones de primer grado.*



En la figura 37 la configuración semiótica con la configuración elaborada para este tema.

**Figura 37.**

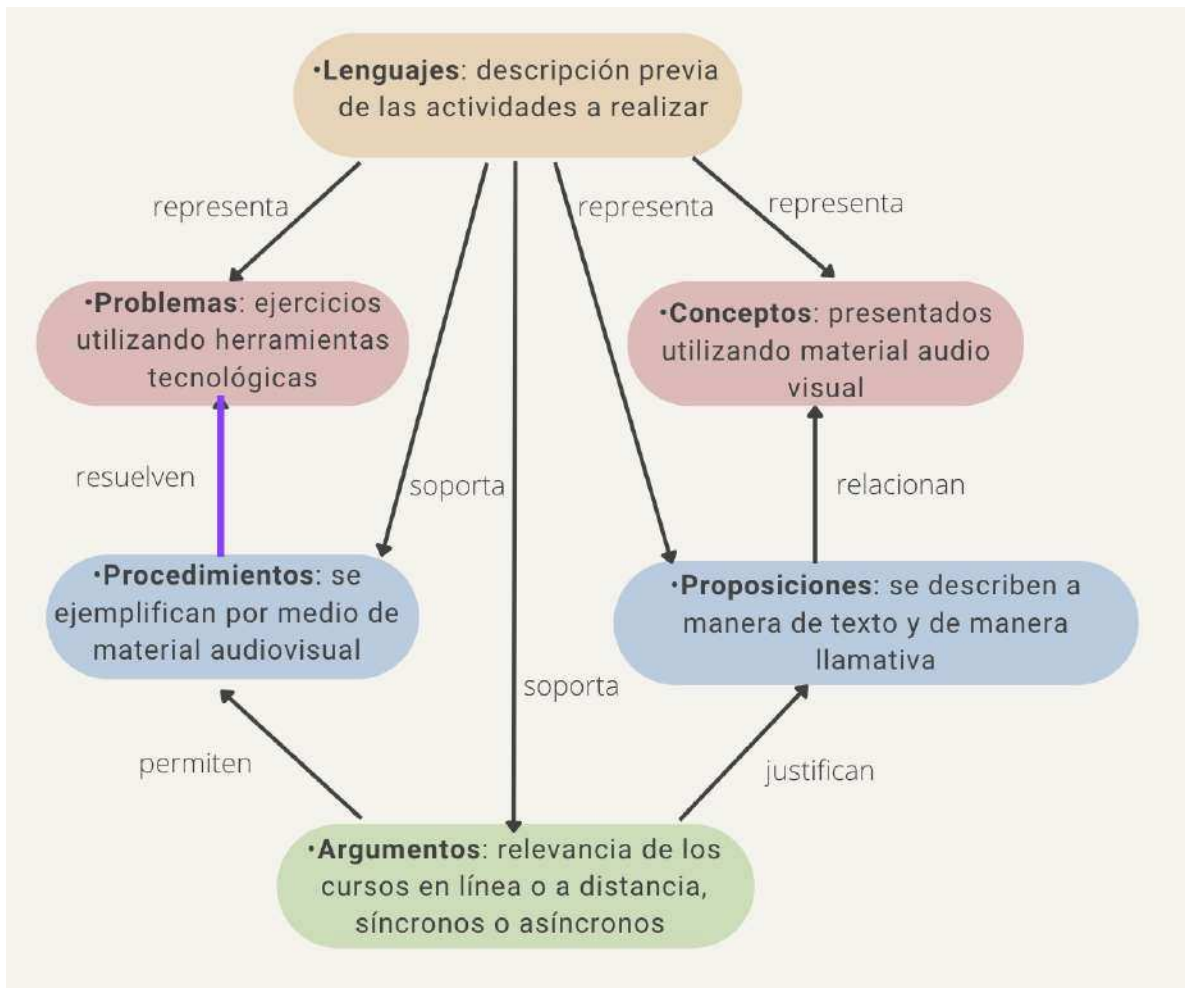
*Configuración semiótica del tema ecuaciones de primer grado.*



La figura 38 ofrece una representación de la configuración mediacional y la figura 39 la configuración emocional desarrolladas para este tema.

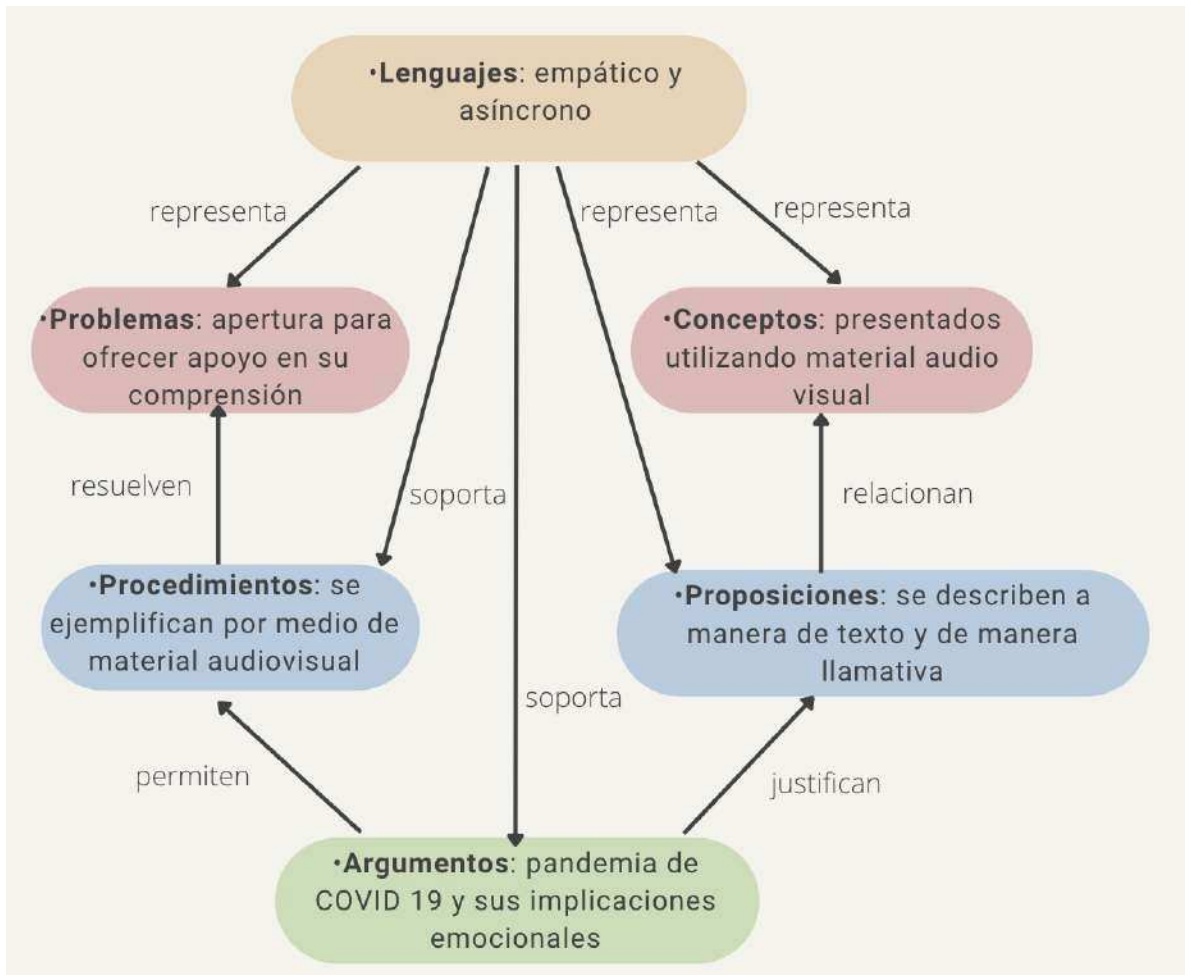
**Figura 38.**

*Configuración mediacional del tema ecuaciones de primer grado.*



**Figura 39.**

*Configuración emocional del tema ecuaciones de primer grado.*



## TEMA: SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES

El significado pretendido para el EOS se aplica en esta ocasión para los cursos de ciencias básicas incluidos en primero y segundo semestre de Ingeniería, presentando de manera inicial la definición de los sistemas de ecuaciones lineales y enseguida se desarrollan ejercicios y ejemplos de aplicación cuyos resultados utilizan sistemas de ecuaciones lineales. La situación que se plantea en este tema tiene como objetivo responder al cuestionamiento de cómo discriminar las situaciones que utilizan sistemas de ecuaciones lineales y cómo resolverlas. La figura 40 representa la estructura global de dicha lección, integrando la secuencia de configuraciones relacionadas a los tipos de ejercicios planteados, la llamada configuración 1 se refiere a los ejercicios planteados en el curso propuesto como intervención.

### Figura 40.

*Configuración global del tema sistemas de ecuaciones lineales.*

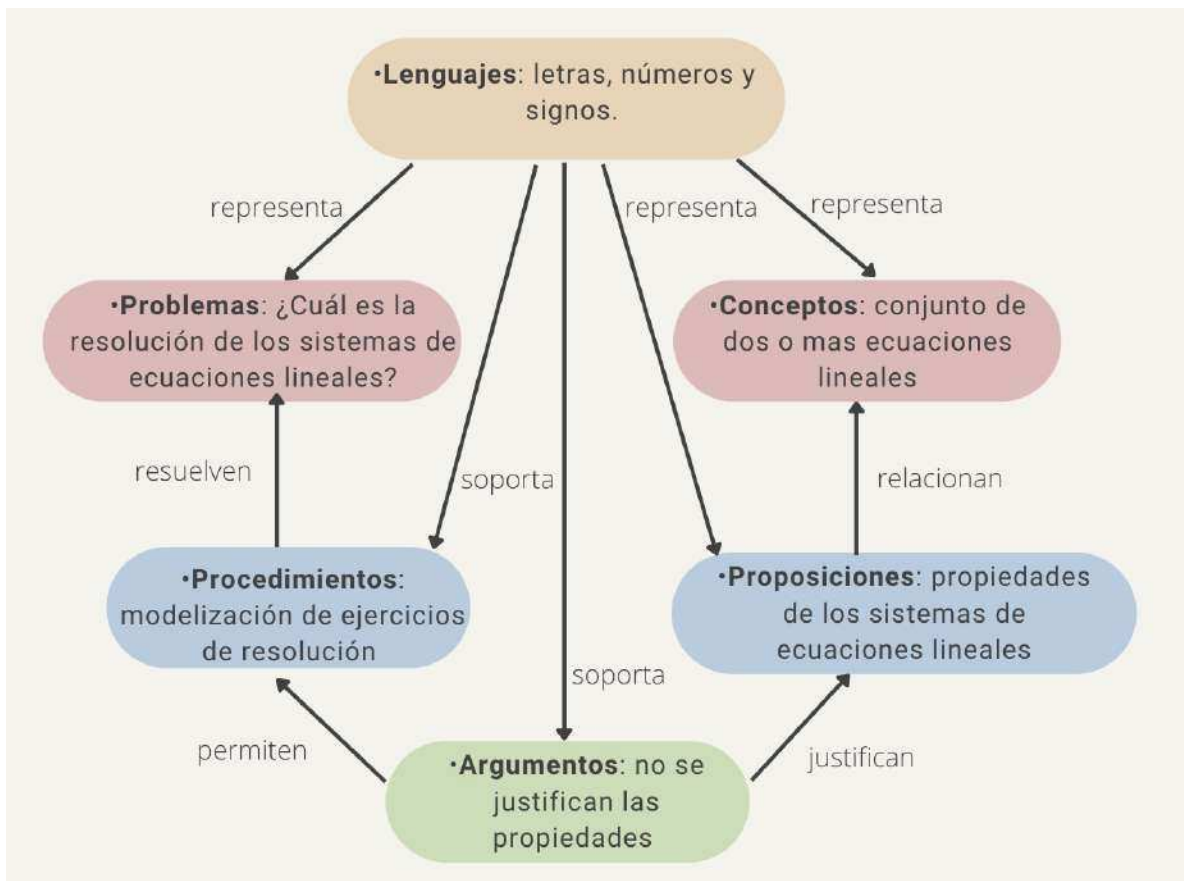




Para esta configuración global, la figura 41 presenta la configuración epistémica que aborda los elementos de lenguajes, situaciones, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos relacionados con el tema de expresiones algebraicas.

**Figura 41.**

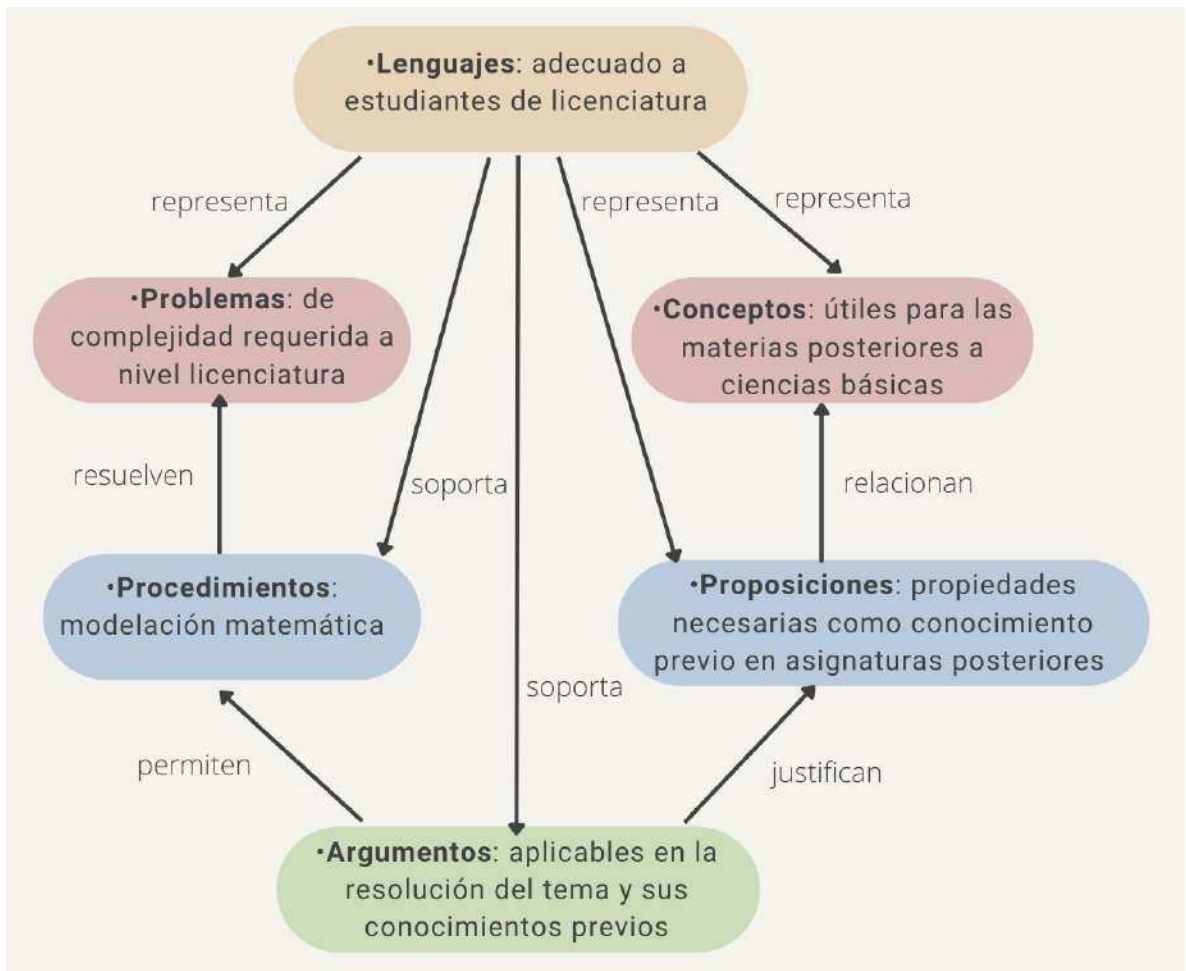
*Configuración epistémica del tema sistemas de ecuaciones lineales.*



Por otra parte, la configuración cognitiva aparece en la figura 42, donde se abordan los significados previos y pretendidos para este tema.

**Figura 42.**

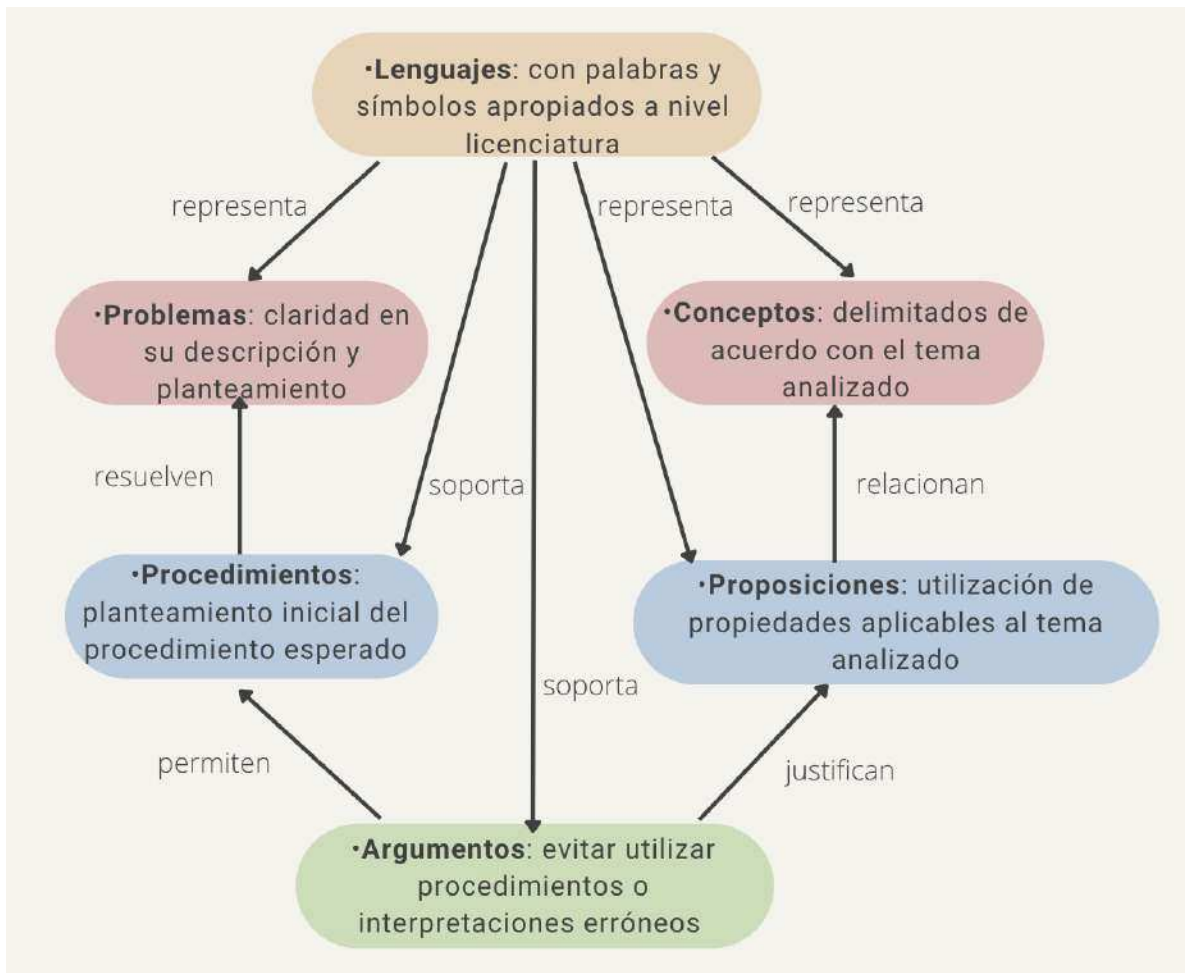
*Configuración cognitiva del tema sistemas de ecuaciones lineales.*



En la figura 43 la configuración semiótica con la configuración elaborada para este tema.

**Figura 43.**

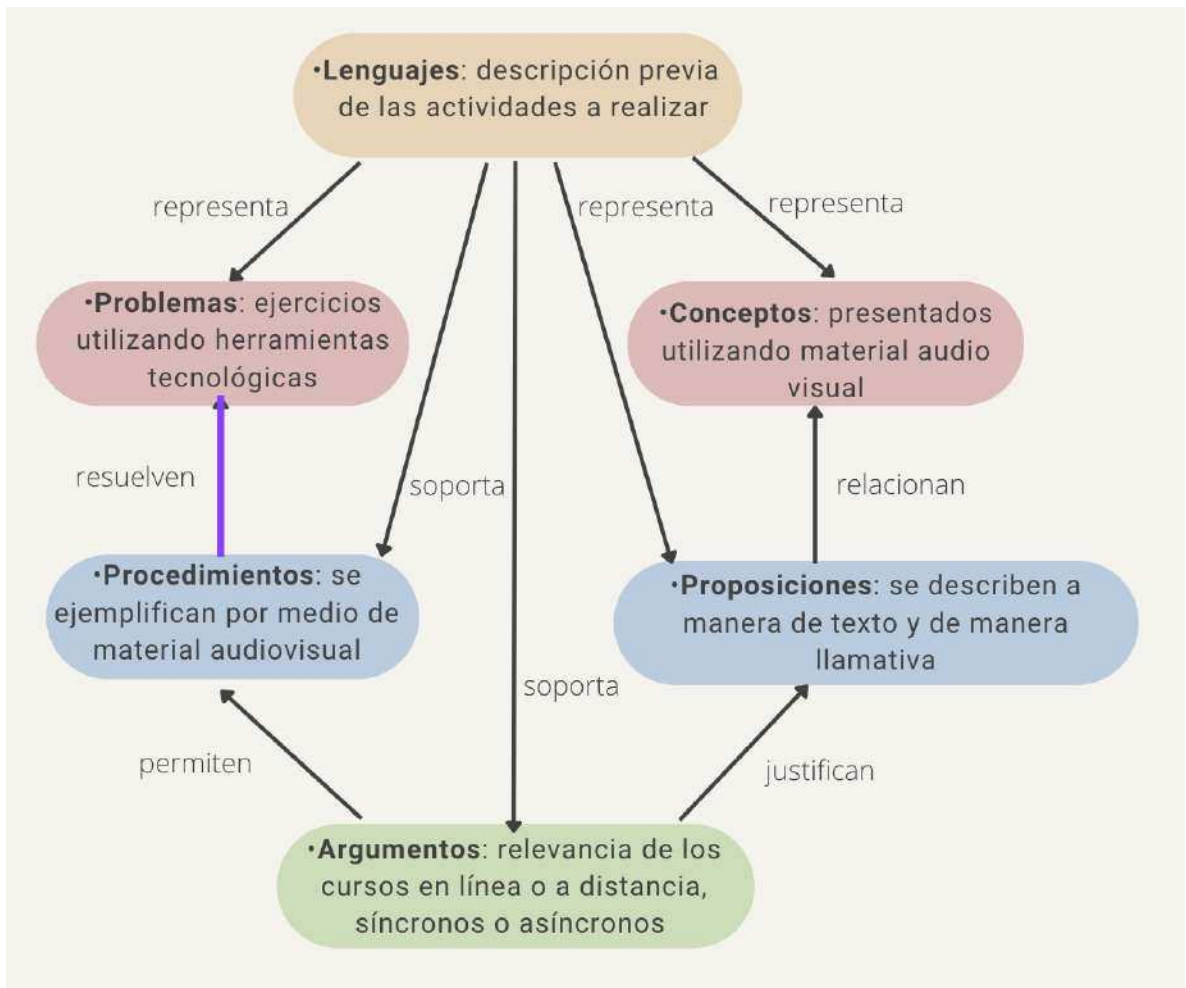
*Configuración semiótica del tema sistemas de ecuaciones lineales.*



La figura 44 ofrece una representación de la configuración mediacional y la figura 45 la configuración emocional desarrolladas para este tema.

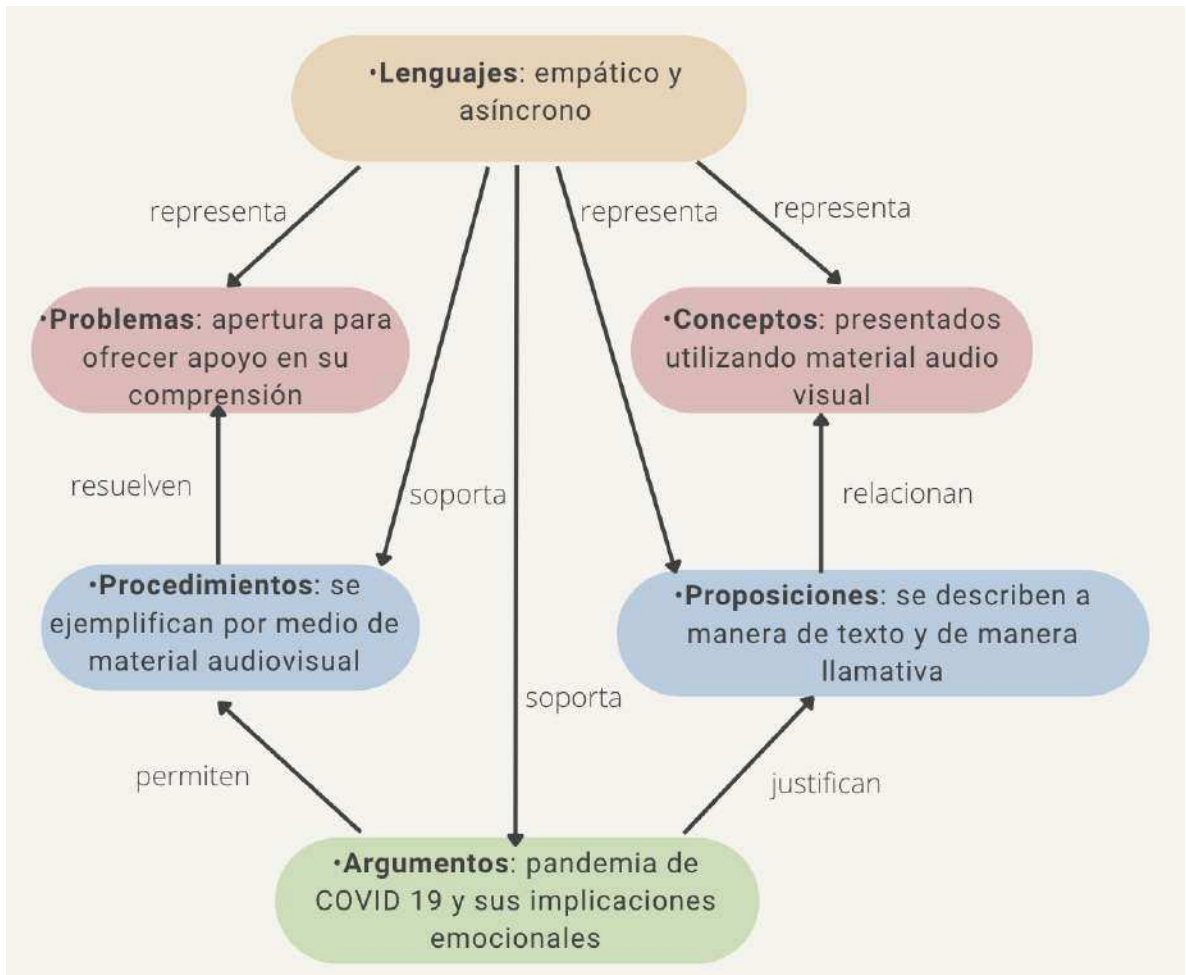
**Figura 44.**

*Configuración mediacional del tema sistemas de ecuaciones lineales.*



**Figura 45.**

*Configuración emocional del tema sistemas de ecuaciones lineales.*



## TEMA: ECUACIONES CUADRÁTICAS

El significado pretendido para el EOS se aplica en esta ocasión para los cursos de ciencias básicas incluidos en primero y segundo semestre de Ingeniería, presentando de manera inicial la definición de las ecuaciones cuadráticas y enseguida se desarrollan ejercicios y ejemplos de aplicación cuyos resultados utilizan ecuaciones cuadráticas. La situación que se plantea en este tema tiene como objetivo responder al cuestionamiento de cómo discriminar las situaciones que utilizan ecuaciones de cuadráticas y cómo resolverlas. La figura 46 representa la estructura global de dicha lección, integrando la secuencia de configuraciones relacionadas a los tipos de ejercicios planteados, la llamada configuración 1 se refiere a los ejercicios planteados en el curso propuesto como intervención.

### Figura 46.

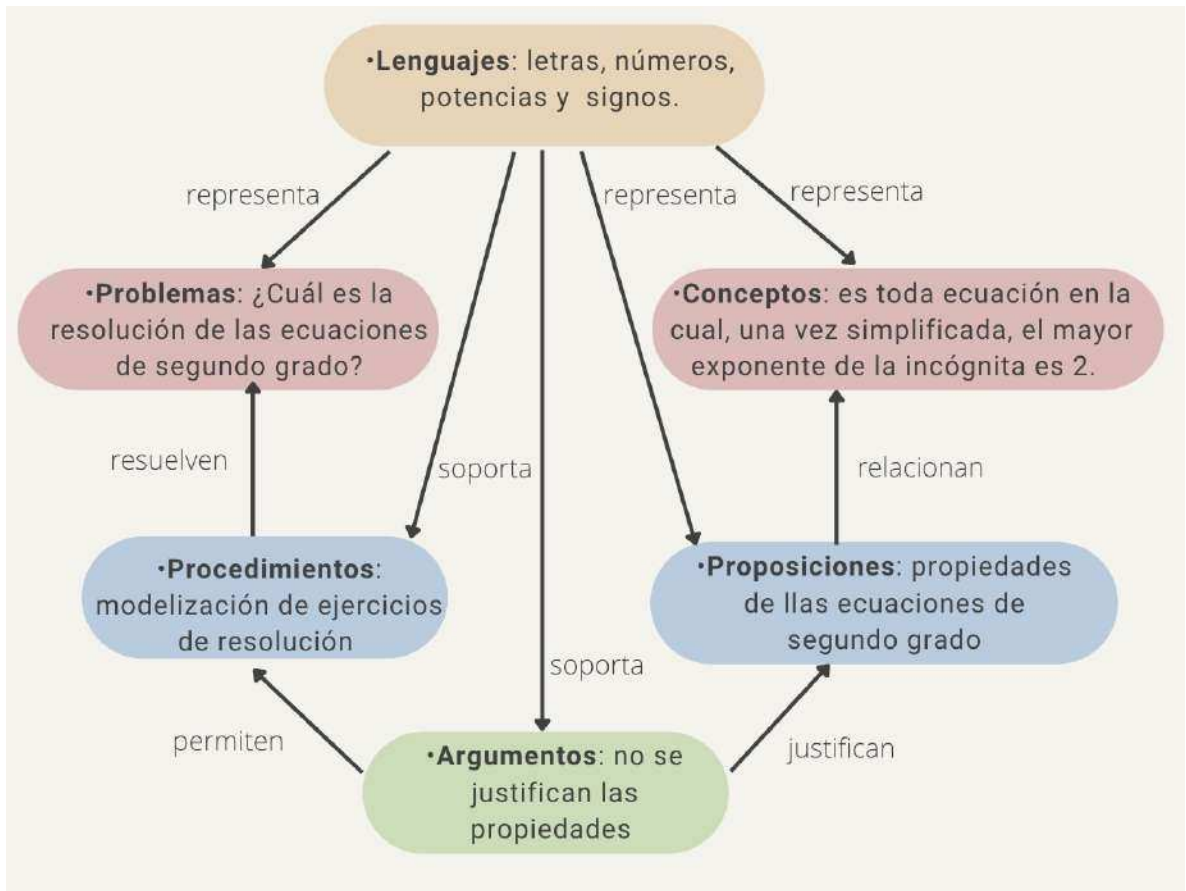
*Configuración global del tema ecuaciones cuadráticas.*



Para esta configuración global, la figura 47 presenta la configuración epistémica que aborda los elementos de lenguajes, situaciones, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos relacionados con el tema de ecuaciones cuadráticas.

**Figura 47.**

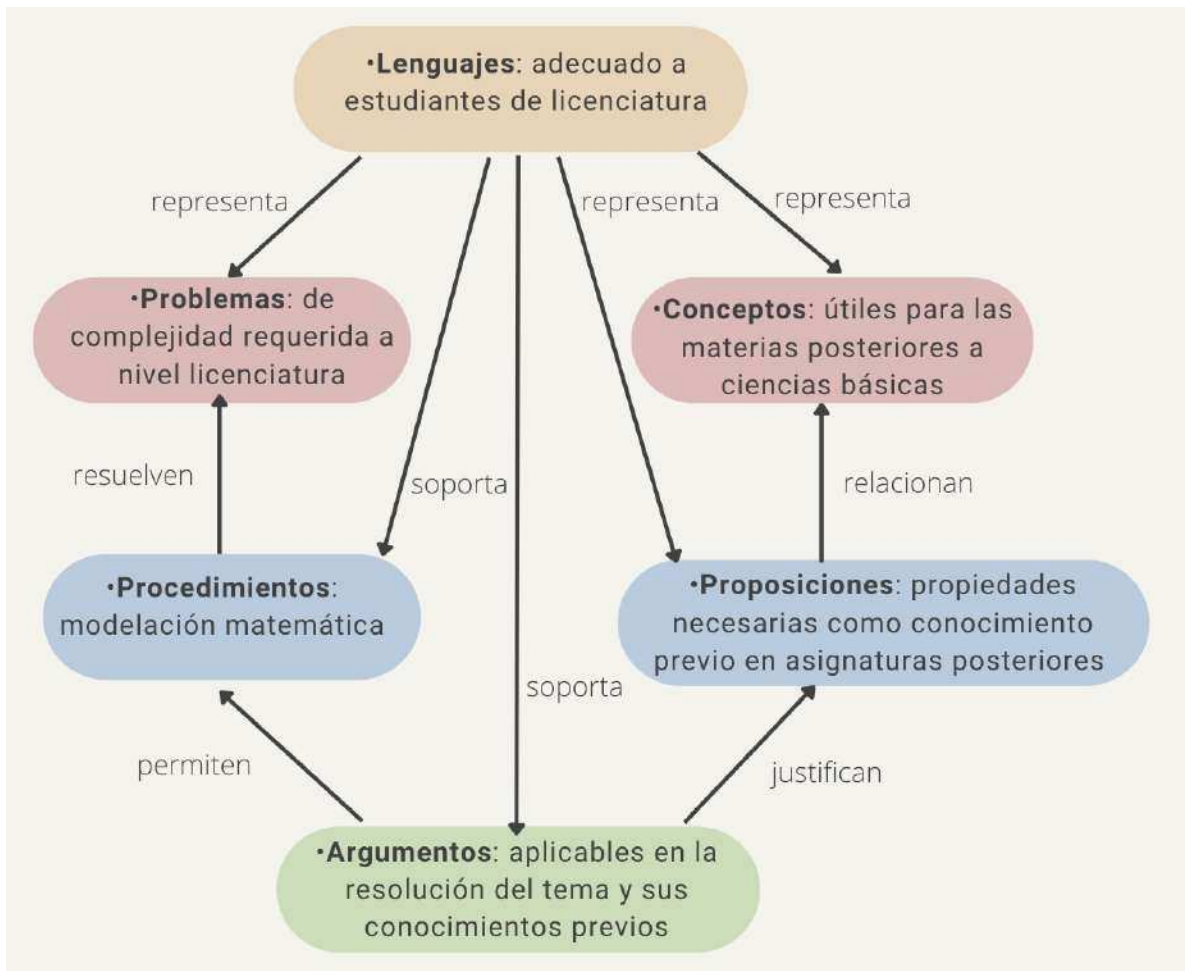
*Configuración epistémica del tema ecuaciones cuadráticas.*



Por otra parte, la configuración cognitiva aparece en la figura 48, donde se abordan los significados previos y pretendidos para este tema.

**Figura 48.**

*Configuración cognitiva del tema ecuaciones cuadráticas.*

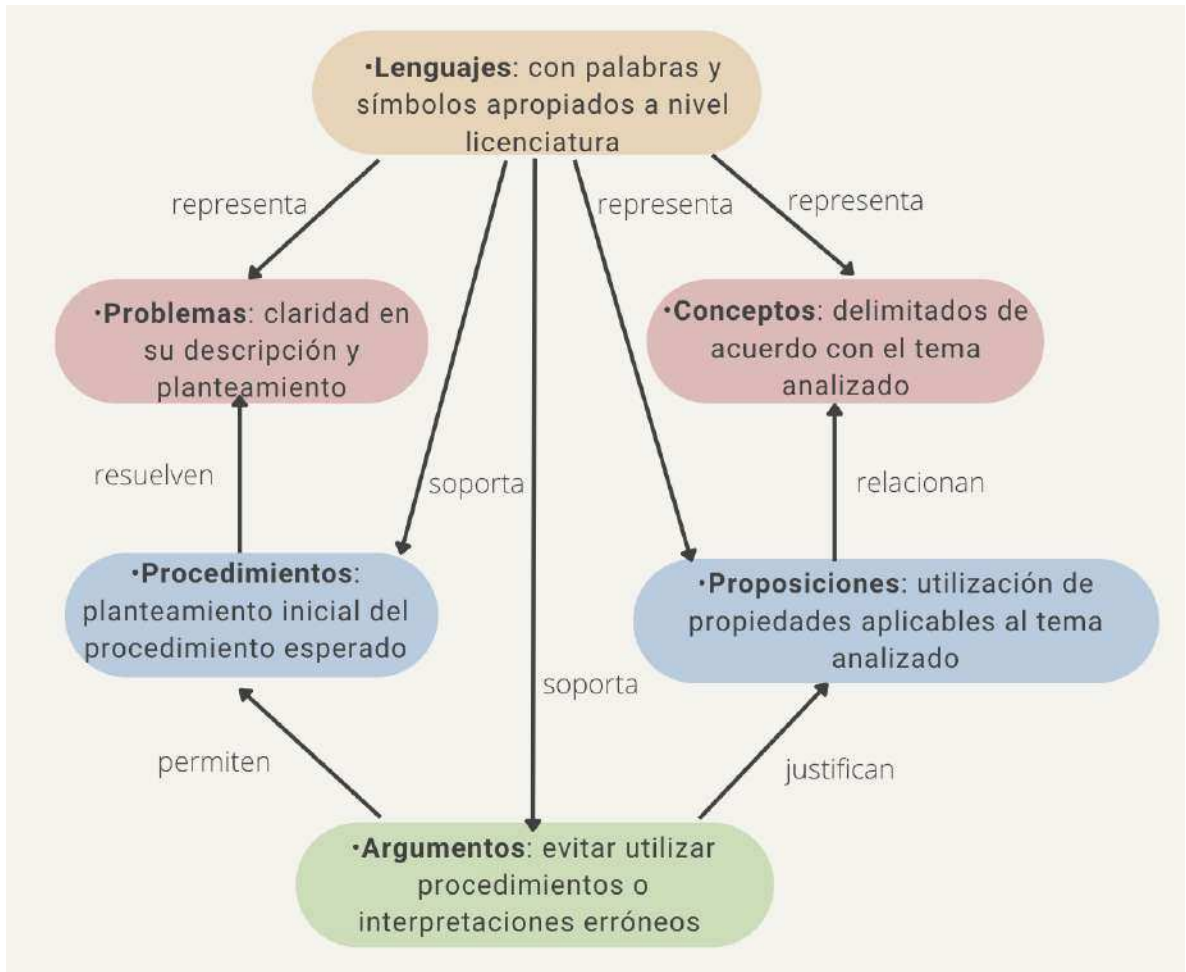


En la figura 49 la configuración semiótica con la configuración elaborada para este tema.



**Figura 49.**

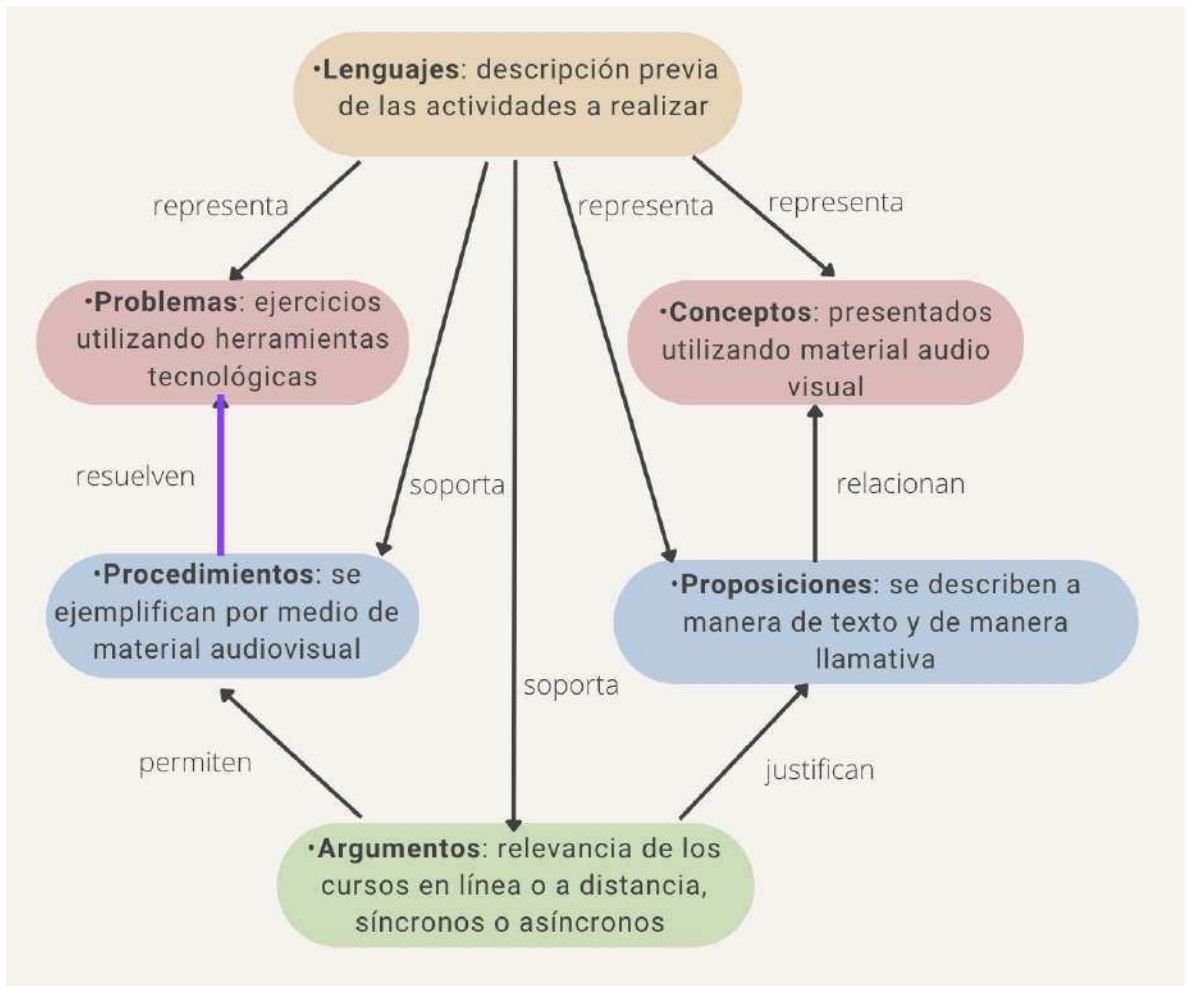
*Configuración semiótica del tema ecuaciones cuadráticas.*



La figura 50 ofrece una representación de la configuración mediacional y la figura 51 la configuración emocional desarrolladas para este tema.

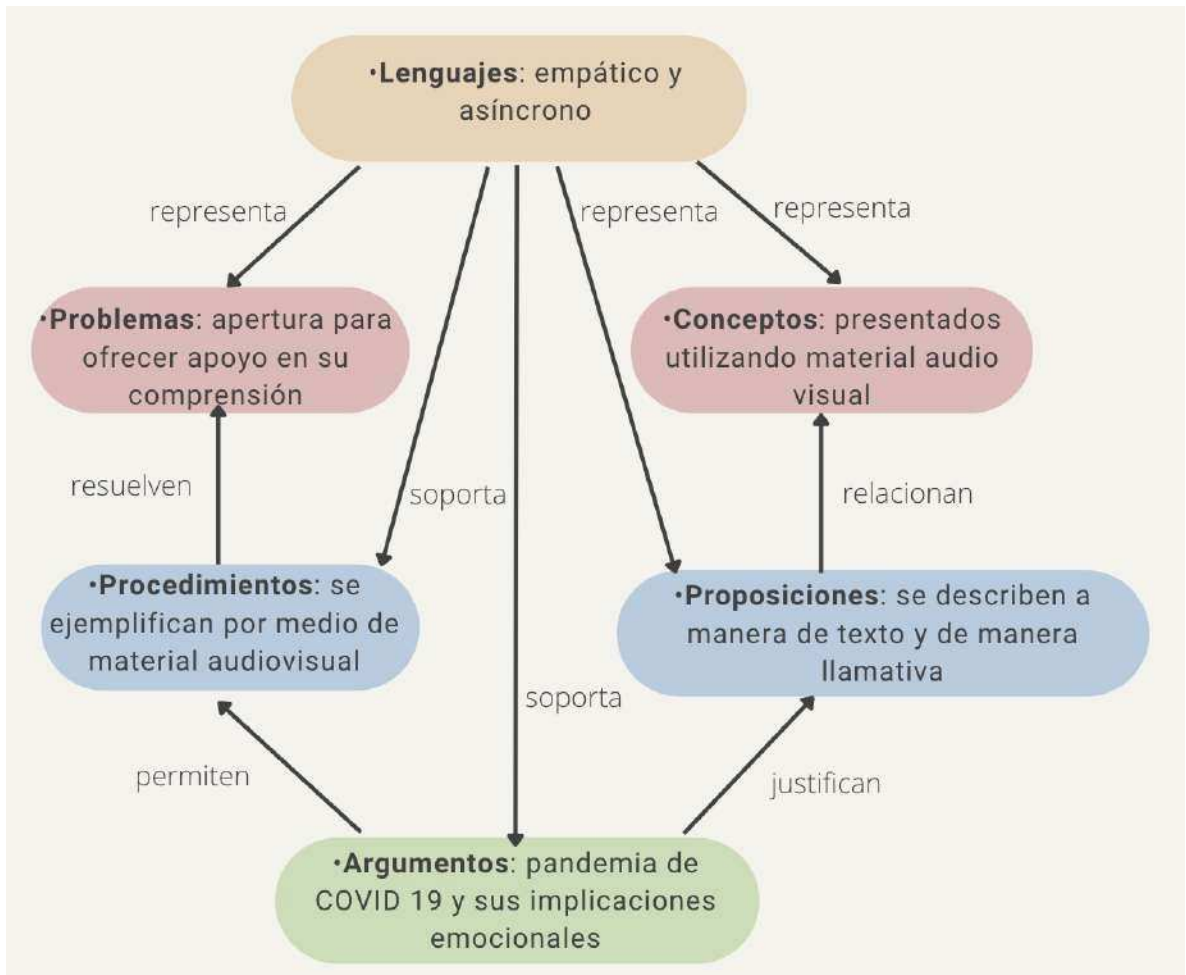
**Figura 50.**

*Configuración mediacional del tema ecuaciones cuadráticas.*



**Figura 51.**

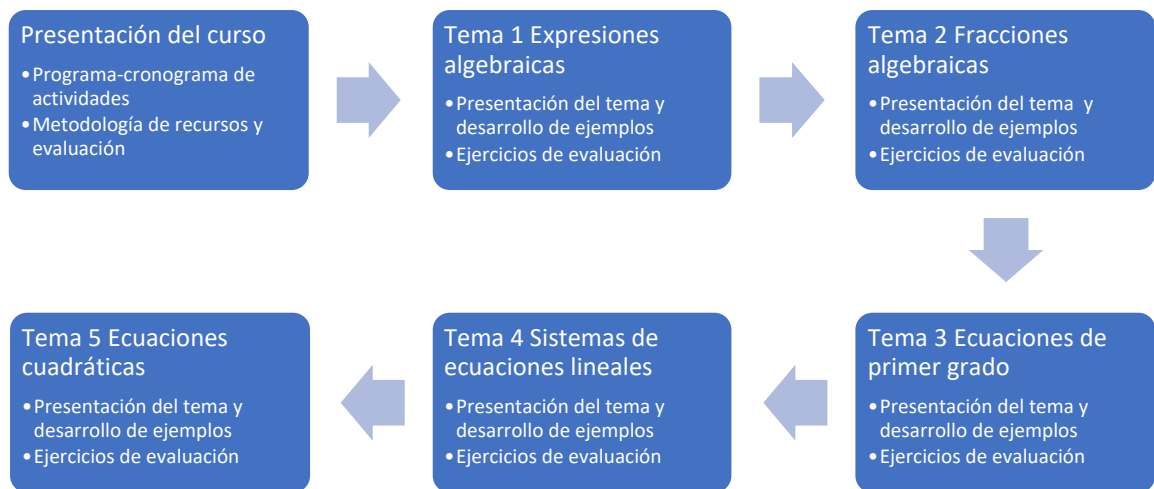
*Configuración emocional del tema ecuaciones cuadráticas.*



Una vez definida la etapa anterior, el modelo propuesto para el desarrollo del NOOC consta de los siguientes elementos mostrados en la Figura 52:

**Figura 52.**

*Modelo propuesto para el NOOC.*



Como se muestra en la figura, cada uno de los temas consta de dos elementos, el primero de ellos relacionado con la explicación del tema y la explicación de ejemplos siguiendo el proceso de modelación matemática y finalmente se presentan ejercicios a ser resueltos por los estudiantes como forma de evaluación.

En este sentido, a continuación, se presenta la descripción de las trayectorias relacionadas con el enfoque Ontosemiótico para cada uno de los 5 temas desarrollados de acuerdo con la estructura mencionada en el modelo propuesto para la operación del NOOC

### **Trayectorias epistémicas**

### Tema 1: Expresiones algebraicas

E1 Situacional: se presenta la explicación del tema expresiones algebraicas

E2: Actuativo: se presentan ejemplos de aplicación de expresiones algebraicas

E3: Lingüístico: se introduce lenguaje de expresiones algebraicas

E4: Conceptual: se formulan definiciones acerca de expresiones algebraicas

E5: Proposicional: se enuncian e interpretan propiedades de las expresiones algebraicas

E6: Argumentativo: se justifican las acciones adoptadas o las propiedades enunciadas acerca de expresiones algebraicas

### Tema 2: Fracciones algebraicas

E1 Situacional: se presenta la explicación del tema fracciones algebraicas

E2: Actuativo: se presentan ejemplos de aplicación de fracciones algebraicas

E3: Lingüístico: se introduce lenguaje de fracciones algebraicas

E4: Conceptual: se formulan definiciones acerca de fracciones algebraicas

E5: Proposicional: se enuncian e interpretan propiedades de las fracciones algebraicas

E6: Argumentativo: se justifican las acciones adoptadas o las propiedades enunciadas acerca de fracciones algebraicas

### Tema 3: Ecuaciones de primer grado

E1 Situacional: se presenta la explicación del tema ecuaciones de primer grado

E2: Actuativo: se presentan ejemplos de aplicación de ecuaciones de primer grado

E3: Lingüístico: se introduce lenguaje de ecuaciones de primer grado

E4: Conceptual: se formulan definiciones acerca de ecuaciones de primer grado

E5: Proposicional: se enuncian e interpretan propiedades de las ecuaciones de primer grado

E6: Argumentativo: se justifican las acciones adoptadas o las propiedades enunciadas acerca de ecuaciones de primer grado

#### Tema 4: Sistemas de ecuaciones lineales

E1 Situacional: se presenta la explicación del tema sistemas de ecuaciones lineales

E2: Actuativo: se presentan ejemplos de aplicación de sistemas de ecuaciones lineales

E3: Lingüístico: se introduce lenguaje de sistemas de ecuaciones lineales

E4: Conceptual: se formulan definiciones acerca de sistemas de ecuaciones lineales

E5: Proposicional: se enuncian e interpretan propiedades de los sistemas de ecuaciones lineales

E6: Argumentativo: se justifican las acciones adoptadas o las propiedades enunciadas acerca de sistemas de ecuaciones lineales

#### Tema 5: Ecuaciones cuadráticas

E1 Situacional: se presenta la explicación del tema ecuaciones cuadráticas

E2: Actuativo: se presentan ejemplos de aplicación de ecuaciones cuadráticas

E3: Lingüístico: se introduce lenguaje de ecuaciones cuadráticas

E4: Conceptual: se formulan definiciones acerca de ecuaciones cuadráticas

E5: Proposicional: se enuncian e interpretan propiedades de las ecuaciones cuadráticas

E6: Argumentativo: se justifican las acciones adoptadas o las propiedades enunciadas acerca de ecuaciones cuadráticas.

### **Trayectoria docente**

#### Tema 1: Expresiones algebraicas

P1: Diseño: Diseño del proceso, selección de contenido y significado para explorar la trayectoria epistémica desarrollada para el tema de las expresiones algebraicas.

P2: Motivación: Crear un ambiente de trabajo individual afectivo, respetuoso y estimulante con los recursos y expresiones algebraicas desarrolladas en el MOOC y con los recursos desarrollados en el tema de expresiones algebraicas.

P3: Asignación de tareas: dirección y control del proceso de estudio, por medio de las indicaciones a seguir en el tema de expresiones algebraicas.

P4: Regulación: refuerzo de conceptos necesarios en cada concepto abordado en el tema de expresiones algebraicas para evitar aprendizajes erróneos.

P5: Evaluación: observación de los resultados obtenidos en los ejercicios asignados para el tema de expresiones algebraicas.

P6: Investigación: reflexión y análisis del desarrollo del proceso para introducir cambios en futuras implementaciones del tema de expresiones algebraicas.

## Tema 2: Fracciones algebraicas

P1: Diseño: Diseño del proceso, selección de contenido y significado para explorar la trayectoria epistémica desarrollada para el tema de fracciones algebraicas.

P2: Motivación: Crear un ambiente de trabajo individual afectivo, respetuoso y estimulante con los recursos y expresiones algebraicas desarrolladas en el MOOC y con los recursos desarrollados en el tema de fracciones algebraicas.

P3: Asignación de tareas: dirección y control del proceso de estudio, por medio de las indicaciones a seguir en el tema de fracciones algebraicas.

P4: Regulación: refuerzo de conceptos necesarios en cada concepto abordado en el tema de fracciones algebraicas para evitar aprendizajes erróneos.

P5: Evaluación: observación de los resultados obtenidos en los ejercicios asignados para el tema de fracciones algebraicas.

P6: Investigación: reflexión y análisis del desarrollo del proceso para introducir cambios en futuras implementaciones del tema de fracciones algebraicas.

### Tema 3: Ecuaciones de primer grado

P1: Diseño: Diseño del proceso, selección de contenido y significado para explorar la trayectoria epistémica desarrollada para el tema de ecuaciones de primer grado.

P2: Motivación: Crear un ambiente de trabajo individual afectivo, respetuoso y estimulante con los recursos y expresiones algebraicas desarrolladas en el MOOC y con los recursos desarrollados en el tema de ecuaciones de primer grado.

P3: Asignación de tareas: dirección y control del proceso de estudio, por medio de las indicaciones a seguir en el tema de ecuaciones de primer grado.

P4: Regulación: refuerzo de conceptos necesarios en cada concepto abordado en el tema de ecuaciones de primer grado para evitar aprendizajes erróneos.

P5: Evaluación: observación de los resultados obtenidos en los ejercicios asignados para el tema de ecuaciones de primer grado.

P6: Investigación: reflexión y análisis del desarrollo del proceso para introducir cambios en futuras implementaciones del tema de ecuaciones de primer grado.

### Tema 4: Sistemas de ecuaciones lineales

P1: Diseño: Diseño del proceso, selección de contenido y significado para explorar la trayectoria epistémica desarrollada para el tema de sistemas de ecuaciones lineales.

P2: Motivación: Crear un ambiente de trabajo individual afectivo, respetuoso y estimulante con los recursos y expresiones algebraicas desarrolladas en el MOOC y con los recursos desarrollados en el tema de sistemas de ecuaciones lineales.

P3: Asignación de tareas: dirección y control del proceso de estudio, por medio de las indicaciones a seguir en el tema de sistemas de ecuaciones lineales.

P4: Regulación: refuerzo de conceptos necesarios en cada concepto abordado en el tema de sistemas de ecuaciones lineales para evitar aprendizajes erróneos.



P5: Evaluación: observación de los resultados obtenidos en los ejercicios asignados para el tema de sistemas de ecuaciones lineales.

P6: Investigación: reflexión y análisis del desarrollo del proceso para introducir cambios en futuras implementaciones del tema de sistemas de ecuaciones lineales.

#### Tema 5: Ecuaciones cuadráticas

P1: Diseño: Diseño del proceso, selección de contenido y significado para explorar la trayectoria epistémica desarrollada para el tema de ecuaciones cuadráticas.

P2: Motivación: Crear un ambiente de trabajo individual afectivo, respetuoso y estimulante con los recursos y expresiones algebraicas desarrolladas en el MOOC y con los recursos desarrollados en el tema de ecuaciones cuadráticas.

P3: Asignación de tareas: dirección y control del proceso de estudio, por medio de las indicaciones a seguir en el tema de ecuaciones cuadráticas.

P4: Regulación: refuerzo de conceptos necesarios en cada concepto abordado en el tema de ecuaciones cuadráticas para evitar aprendizajes erróneos.

P5: Evaluación: observación de los resultados obtenidos en los ejercicios asignados para el tema de ecuaciones cuadráticas.

P6: Investigación: reflexión y análisis del desarrollo del proceso para introducir cambios en futuras implementaciones del tema de ecuaciones cuadráticas.

#### **Trayectoria discente**

##### Tema 1. Expresiones algebraicas

A1: Aceptación del compromiso y actitud positiva para atender las indicaciones y recursos relacionados con expresiones algebraicas

A2: investigación, cuestionamiento, búsqueda de suposiciones y posibilidades para responder a las preguntas presentadas acerca de expresiones algebraicas

A3: Memoria, interpretación y seguimiento de reglas (conceptos y enunciados) y el significado de los elementos lingüísticos en cada sección del tema expresiones algebraicas

A4: Formulación de soluciones a las situaciones o tareas propuestas, del tema expresiones algebraicas.

A5: Argumentación y justificación de conjeturas en los ejercicios asignados en expresiones algebraicas.

A6: Recepción de información sobre modos de hacer, describir, nombrar, validar las expresiones algebraicas.

A7: Demanda de información: solicitud de retroalimentación a ejercicios de expresiones algebraicas

A8: Ejercitación: Realización de tareas rutinarias para dominar las técnicas para el aprendizaje y aplicación de expresiones algebraicas

A9: Evaluación: realizar los ejercicios asignados de expresiones algebraicas

## Tema 2. Fracciones algebraicas

A1: Aceptación del compromiso y actitud positiva para atender las indicaciones y recursos relacionados con fracciones algebraicas

A2: investigación, cuestionamiento, búsqueda de suposiciones y posibilidades para responder a las preguntas presentadas acerca de fracciones algebraicas

A3: Memoria, interpretación y seguimiento de reglas (conceptos y enunciados) y el significado de los elementos lingüísticos en cada sección del tema fracciones algebraicas

A4: Formulación de soluciones a las situaciones o tareas propuestas, del tema fracciones algebraicas.

A5: Argumentación y justificación de conjeturas en los ejercicios asignados en fracciones algebraicas.

A6: Recepción de información sobre modos de hacer, describir, nombrar, validar las fracciones algebraicas.

A7: Demanda de información: solicitud de retroalimentación a ejercicios de fracciones algebraicas

A8: Ejercitación: Realización de tareas rutinarias para dominar las técnicas para el aprendizaje y aplicación de fracciones algebraicas

A9: Evaluación: realizar los ejercicios asignados de fracciones algebraicas

### Tema 3. Ecuaciones de primer grado

A1: Aceptación del compromiso y actitud positiva para atender las indicaciones y recursos relacionados con ecuaciones de primer grado

A2: investigación, cuestionamiento, búsqueda de suposiciones y posibilidades para responder a las preguntas presentadas acerca de ecuaciones de primer grado

A3: Memoria, interpretación y seguimiento de reglas (conceptos y enunciados) y el significado de los elementos lingüísticos en cada sección del tema ecuaciones de primer grado

A4: Formulación de soluciones a las situaciones o tareas propuestas, del tema ecuaciones de primer grado.

A5: Argumentación y justificación de conjeturas en los ejercicios asignados en ecuaciones de primer grado.

A6: Recepción de información sobre modos de hacer, describir, nombrar, validar las ecuaciones de primer grado.

A7: Demanda de información: solicitud de retroalimentación a ejercicios de ecuaciones de primer grado.

A8: Ejercitación: Realización de tareas rutinarias para dominar las técnicas para el aprendizaje y aplicación de ecuaciones de primer grado.

A9: Evaluación: realizar los ejercicios asignados de ecuaciones de primer grado.

#### Tema 4. Sistemas de ecuaciones lineales

A1: Aceptación del compromiso y actitud positiva para atender las indicaciones y recursos relacionados con sistemas de ecuaciones lineales

A2: investigación, cuestionamiento, búsqueda de suposiciones y posibilidades para responder a las preguntas presentadas acerca de sistemas de ecuaciones lineales

A3: Memoria, interpretación y seguimiento de reglas (conceptos y enunciados) y el significado de los elementos lingüísticos en cada sección del tema sistemas de ecuaciones lineales

A4: Formulación de soluciones a las situaciones o tareas propuestas, del tema sistemas de ecuaciones lineales.

A5: Argumentación y justificación de conjeturas en los ejercicios asignados en sistemas de ecuaciones lineales.

A6: Recepción de información sobre modos de hacer, describir, nombrar, validar los sistemas de ecuaciones lineales.

A7: Demanda de información: solicitud de retroalimentación a ejercicios de sistemas de ecuaciones lineales

A8: Ejercitación: Realización de tareas rutinarias para dominar las técnicas para el aprendizaje y aplicación de sistemas de ecuaciones lineales

A9: Evaluación: realizar los ejercicios asignados de sistemas de ecuaciones lineales.

#### Tema 5. Ecuaciones cuadráticas

A1: Aceptación del compromiso y actitud positiva para atender las indicaciones y recursos relacionados con ecuaciones cuadráticas.

A2: investigación, cuestionamiento, búsqueda de suposiciones y posibilidades para responder a las preguntas presentadas acerca de ecuaciones cuadráticas.

A3: Memoria, interpretación y seguimiento de reglas (conceptos y enunciados) y el significado de los elementos lingüísticos en cada sección del tema ecuaciones cuadráticas.

A4: Formulación de soluciones a las situaciones o tareas propuestas, del tema ecuaciones cuadráticas.

A5: Argumentación y justificación de conjeturas en los ejercicios asignados en ecuaciones cuadráticas.

A6: Recepción de información sobre modos de hacer, describir, nombrar, validar las ecuaciones cuadráticas.

A7: Demanda de información: solicitud de retroalimentación a ejercicios de ecuaciones cuadráticas.

A8: Ejercitación: Realización de tareas rutinarias para dominar las técnicas para el aprendizaje y aplicación de ecuaciones cuadráticas.

A9: Evaluación: realizar los ejercicios asignados de ecuaciones cuadráticas.

#### **Trayectoria mediacional: Temas 1 – 5**

Como medio de comunicación en el desarrollo de cada uno de los 5 temas del NOOC, se utilizará la plataforma *Microsoft Teams*, con una tarea asignada compuesta de recursos para analizar y espacio para resolver los ejercicios asignados.

### **Trayectoria cognitiva: Temas 1 – 5**

En la trayectoria cognitiva se toma en cuenta el resultado obtenido en la etapa de diagnóstico para cada uno de los temas, incluyendo el tipo de errores cometidos inicialmente para reforzar los contenidos faltantes o incorrectos.

### **Trayectoria emocional: Temas 1 – 5**

Como atención a la trayectoria emocional, se atenderán las situaciones particulares de los estudiantes que podrían influir en su desempeño durante el desarrollo del NOOC

#### **5.1.3 DESARROLLO DE CONTENIDOS PRIMERA ITERACIÓN**

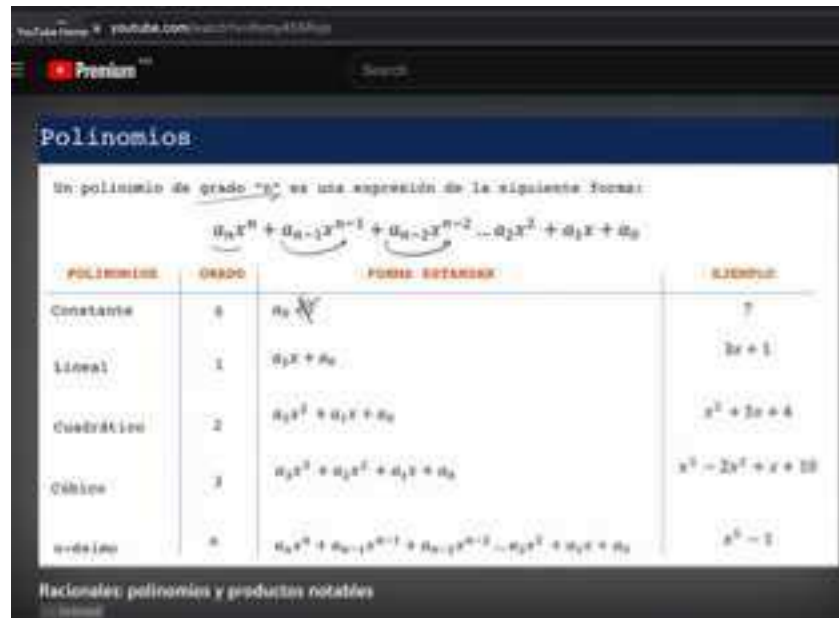
Siguiendo con el desarrollo de los contenidos para el modelo de NOOC presentado en el apartado anterior, enseguida se muestran los recursos digitales desarrollados con apoyo de la academia de ciencias básicas del ITESG para cada uno de los temas, los cuales son alineados a las trayectorias del enfoque Ontosemiótico mostradas en la etapa de diseño de la estrategia.

#### **Tema 1. Expresiones algebraicas**

La Figura 53 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

Figura 53.

Tema 1. Expresiones algebraicas primera iteración.



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RsmY455Rvjo>

Ejercicios de evaluación:

Simplifica a su mínima expresión las siguientes expresiones algebraicas

$$(3xy - 9x + 6y) - (3x - 5y) + (y - 4xy)$$

$$4x(-2x^3 + 3)$$

$$(3a + 5)(9a^2 - 15a + 25)$$

Tema 2. Fracciones algebraicas

La Figura 54 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 54.**

*Tema 2. Fracciones algebraicas primera iteración.*



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=ODBHpt7Ks2A>

Ejercicios de evaluación:

Simplifica a su mínima expresión las siguientes fracciones algebraicas

$$\frac{y^2 - 2y + 1}{3x^2} \times \frac{x}{y - 1}$$

$$\frac{3a}{2a + 6} - \frac{a - 1}{a + 3}$$

$$\frac{2}{x - 1} - \frac{3}{1 + x} - \frac{x - 5}{1 - x^2}$$

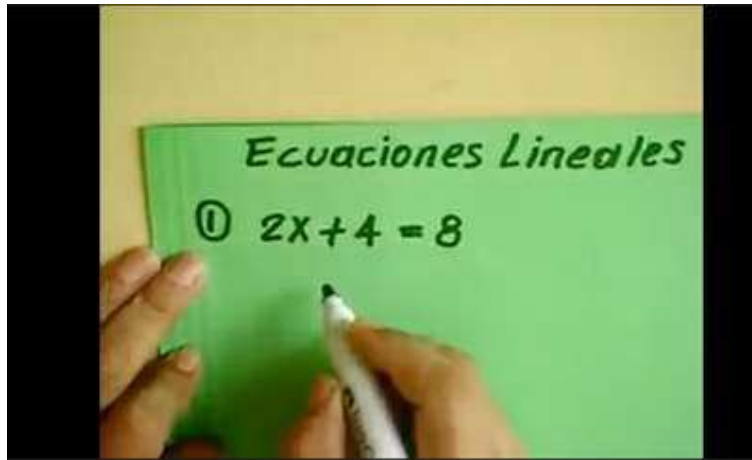
Tema 3. Ecuaciones de primer grado

La Figura 55 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:



**Figura 55.**

*Tema 3. Ecuaciones de primer grado primera iteración.*



Fuente: [https://drive.google.com/file/d/17fdQacGd3\\_Qa\\_uN27GRqO9fKiY7B-tlZ/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/17fdQacGd3_Qa_uN27GRqO9fKiY7B-tlZ/view?usp=share_link)

Ejercicios de evaluación:

Resuelve las siguientes ecuaciones de primer grado

$$2x - 4 = 5x + 8$$

$$(3x - 4)(2x + 3) + 5x = 6x$$

$$\frac{1}{8} - \frac{1}{10} = \frac{1}{x}$$

Tema 4. Sistemas de ecuaciones lineales

La Figura 56 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 56.**

*Tema 4. Sistemas de ecuaciones lineales primera iteración.*



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EaN8KU4uMKs>

Ejercicios de evaluación:

Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones lineales

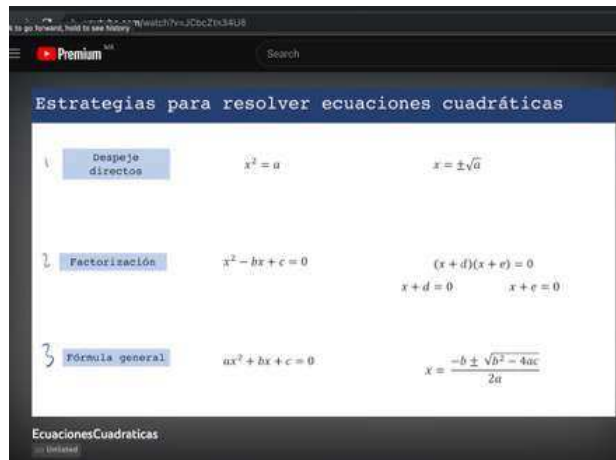
$$\begin{aligned}2x - 3y &= -4 \\5x + 2y &= -29\end{aligned}$$

Tema 5. Ecuaciones cuadráticas

La Figura 57 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 57.**

*Tema 5. Ecuaciones cuadráticas primera iteración.*



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=JCbcZtn34U8>

Ejercicios de evaluación:

Resuelve las siguientes ecuaciones de segundo grado

$$5x^2 - 4x = 0$$

$$3x^2 - 12 = 0$$

$$x^2 + 11x + 24 = 0$$

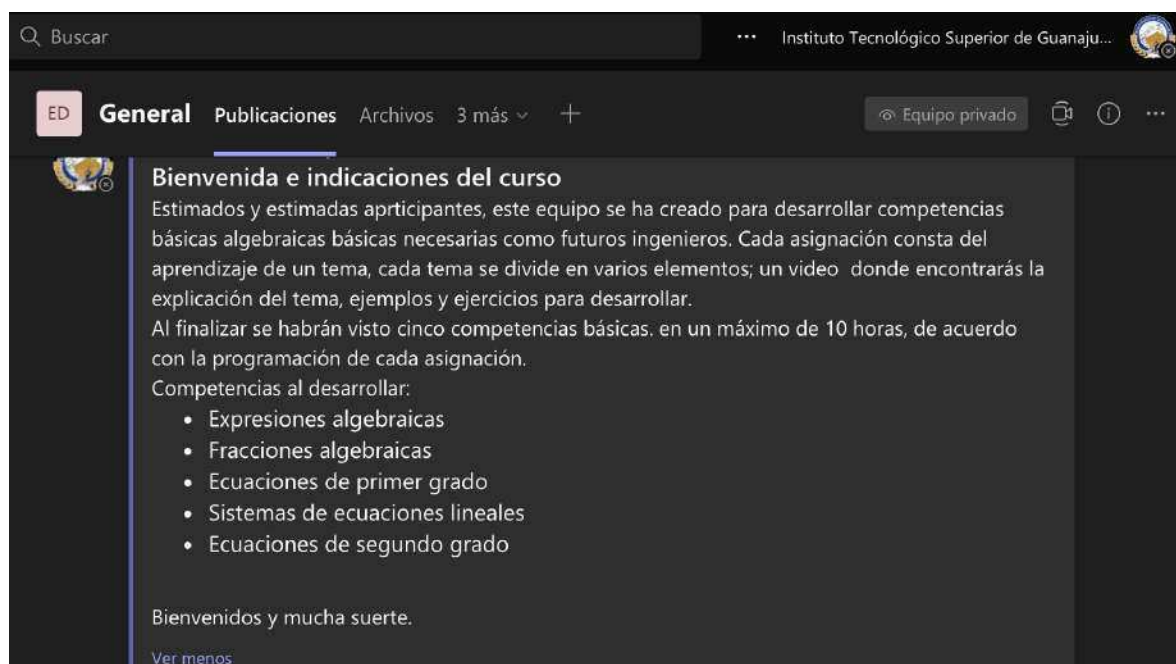
## CAPITULO 6. IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA (FASE 3)

### 6.1 IMPLEMENTACIÓN PRIMERA ITERACIÓN

En la etapa de la implementación como primera iteración, se realizó un equipo en *Microsoft Teams*, utilizando la cuenta institucional de cada uno de los participantes (Figura 58), donde se colocaron las asignaciones de cada uno de los temas con los recursos presentados en la sección anterior, dejando el espacio adecuado para recibir las respuestas.

#### Figura 58.

*Propuesta de estrategia didáctica en Microsoft Teams primera iteración.*



#### 6.1.1 RESULTADOS PRIMERA ITERACIÓN

Como parte de los resultados en la primera iteración realizada, la tabla 8 presenta los resultados obtenidos en la resolución de los ejercicios propuestos para cada tema de la estrategia didáctica.

**Tabla 8.**

*Resultados de aplicación de la primera iteración de la estrategia didáctica para la enseñanza de Álgebra.*

Muestras	TEMAS													Calificación estudiante	por
	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE PRIMER GRADO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES	ECUACIONES CUADRÁTICAS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0		0	0	1	46%
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		1	1	1	92%
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0		0	1	0	62%
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1		1	1	1	92%
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	100%
6	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1		1	1	0	69%
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	100%
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1		1	1	1	85%
9	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1		1	1	1	85%
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	92%
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1		1	1	1	85%
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		0	0	0	69%
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	100%
14	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0		1	1	1	77%
15	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1		0	0	0	62%
16	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0		0	0	0	54%
17	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1		1	1	1	77%
18	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1		0	0	0	62%
19	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1		1	0	1	77%
20	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1		0	0	0	46%
21	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1		1	1	1	69%
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1		1	0	1	85%
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	0	92%
24	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0		0	1	1	54%
25	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0		0	1	1	69%
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	0	0	77%
27	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	85%
28	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1		0	0	1	69%
29	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1		0	0	0	54%
30	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	92%

31		1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	77%
32		1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	69%
<b>TOTAL TEMA</b>	<b>POR</b>	74			80				74		24			61	76%
<b>PROMEDIO TEMA</b>	<b>POR</b>	77%			83%				77%		81%			64%	

En la tabla de resultados se presentan nuevamente las calificaciones individuales por participante y los promedios por tema. El porcentaje de calificación por estudiante se obtuvo dividiendo el total de ítems entre la cantidad de ítems correctos de cada uno de los estudiantes, mientras que el total por tema representa la cantidad total de preguntas por cada tema que fueron respondidas correctamente por todos los estudiantes y el porcentaje de promedio por tema se obtuvo de dividir la cantidad de respuestas correctas entre el total de ítems por cada tema, observándose una diferencia en comparación con el diagnóstico como un incremento de hasta un 50% en los temas que habían presentado mayor deficiencia.

En cuanto al análisis de idoneidad didáctica de la estrategia implementada, se utilizó a manera de autoevaluación el instrumento propuesto por Moreno (2017) mostrado anteriormente, para el cual se han colocado los 41 ítems referidos a los indicadores representativos de idoneidad didáctica del EOS y su cumplimiento en cada tema de la estrategia didáctica (Tabla 9)

**Tabla 9.**

*Autoevaluación indicadores representativos de la idoneidad didáctica EOS y su cumplimiento en la primera iteración de la estrategia didáctica.*

Ítem	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4	Tema 5
1	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI

7	SI	SI	SI	SI	SI
8	NO	NO	NO	NO	NO
9	SI	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI
13	NO	NO	NO	NO	NO
14	NO	NO	NO	NO	NO
15	NO	NO	NO	NO	NO
16	NO	NO	NO	NO	NO
17	SI	SI	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI	SI	SI
19	NO	NO	NO	NO	NO
20	SI	SI	SI	SI	SI
21	SI	SI	SI	SI	SI
22	NO	NO	NO	NO	NO
23	NO	NO	NO	NO	NO
24	NO	NO	NO	NO	NO
25	NO	NO	NO	NO	NO
26	SI	SI	SI	SI	SI
27	NO	NO	NO	NO	NO
28	NO	NO	NO	NO	NO
29	SI	SI	SI	SI	SI
30	NO	NO	NO	NO	NO
31	NO	NO	NO	NO	NO
32	NO	NO	NO	NO	NO
33	SI	SI	SI	SI	SI
34	SI	SI	SI	SI	SI
35	SI	SI	SI	SI	SI
36	SI	SI	SI	SI	SI
37	SI	SI	SI	SI	SI
38	SI	SI	SI	SI	SI
39	SI	SI	SI	SI	SI
40	SI	SI	SI	SI	SI
41	SI	SI	SI	SI	SI

La información presentada ofrece una visión propia del cumplimiento con los indicadores del EOS, donde se observan algunos elementos que no cumplen con lo establecido por el enfoque, principalmente aquellos ítems relacionados con la faceta

ecológica y del entorno (ítems 12 a 19), la faceta afectiva (ítems 20 al 25) y la faceta interaccional (ítems 26 al 33). Lo anterior se relaciona con los criterios de idoneidad abordados con las trayectorias *semióticas*, *mediacionales* y *emocionales*, utilizadas principalmente por el medio que fue utilizado para realizar la intervención, el cual fue delimitado por la vía institucional de contacto con los estudiantes y por la situación de pandemia. Estos resultados ofrecen una visión acerca de las mejoras y ajustes a realizar en el desarrollo de una segunda iteración, la cual ofrecería los resultados finales del proceso de investigación.

### 6.1.2 REFINAMIENTO DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN CON BASE EN LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA ITERACIÓN

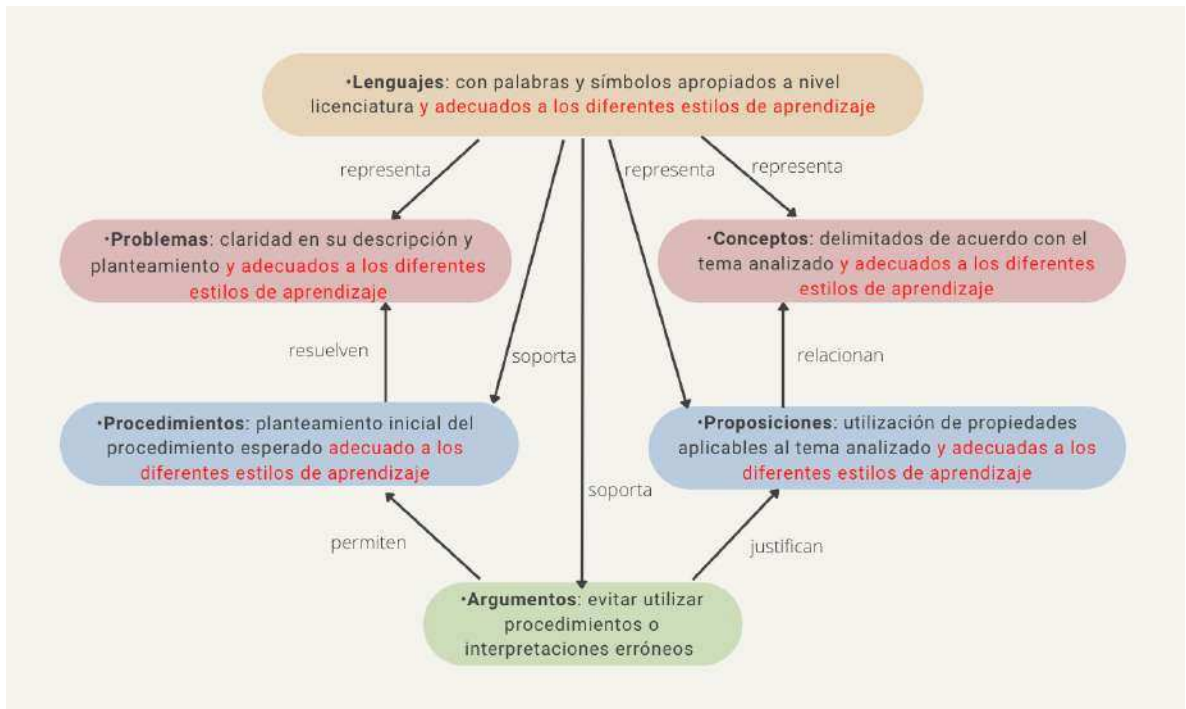
Como se mencionó anteriormente, los resultados de la primera iteración hacen una especial atención en el refinamiento de las trayectorias semióticas, mediacionales y emocionales en cada uno de los temas analizados. (expresiones algebraicas, fracciones algebraicas, ecuaciones de primer grado, sistemas de ecuaciones lineales y ecuaciones cuadráticas). En este apartado se presenta el rediseño de estas trayectorias de manera conjunta, debido a que sus configuraciones son semejantes para cada tema, ya que se refieren a condiciones análogas donde se abordan, por una parte, las condiciones institucionales y del entorno, el involucramiento de los estudiantes y la manera de identificar conflictos semióticos de manera potencial. Dichas configuraciones son integradas a su vez en cada una de las configuraciones globales para cada uno de los temas.

En la Figura 59 se observa en letras de color rojo el rediseño de la configuración semiótica elaborada para la segunda iteración, reforzando las mejoras en la búsqueda de evitar conflictos semióticos relacionados principalmente con los significados de las definiciones para objetos matemáticos y aquéllos encontrados al aplicar los procedimientos adecuados para cada uno de los temas (Mayén et al., 2009), además de fomentar la autonomía en los estudiantes, agregando información en diferentes medios adecuados a una mayor cantidad de estilos de aprendizaje.



**Figura 59.**

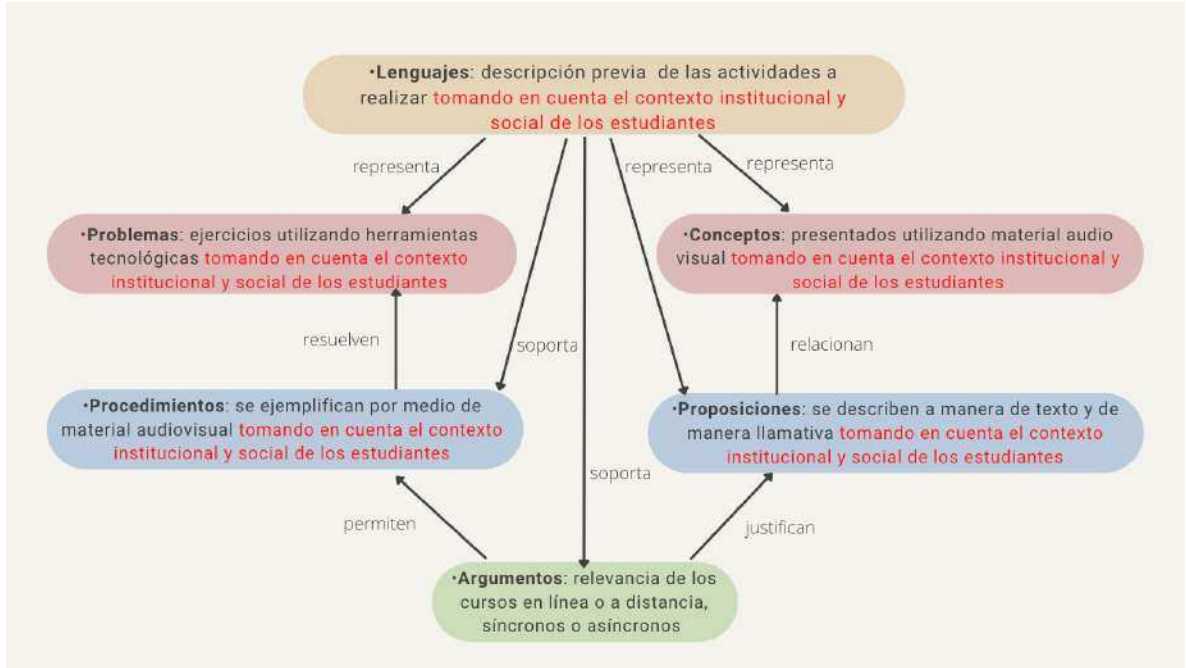
*Rediseño de la configuración semiótica para la realización de la segunda iteración.*



Por otra parte, la figura 60 ofrece una representación de la reconfiguración mediacional y la figura 61 la reconfiguración emocional que fueron desarrolladas para la segunda iteración, buscando por una parte la forma de integrar la realidad del entorno institucional y social en el proyecto educativo de los estudiantes y por otra parte incrementar su involucramiento dentro del proceso de intervención.

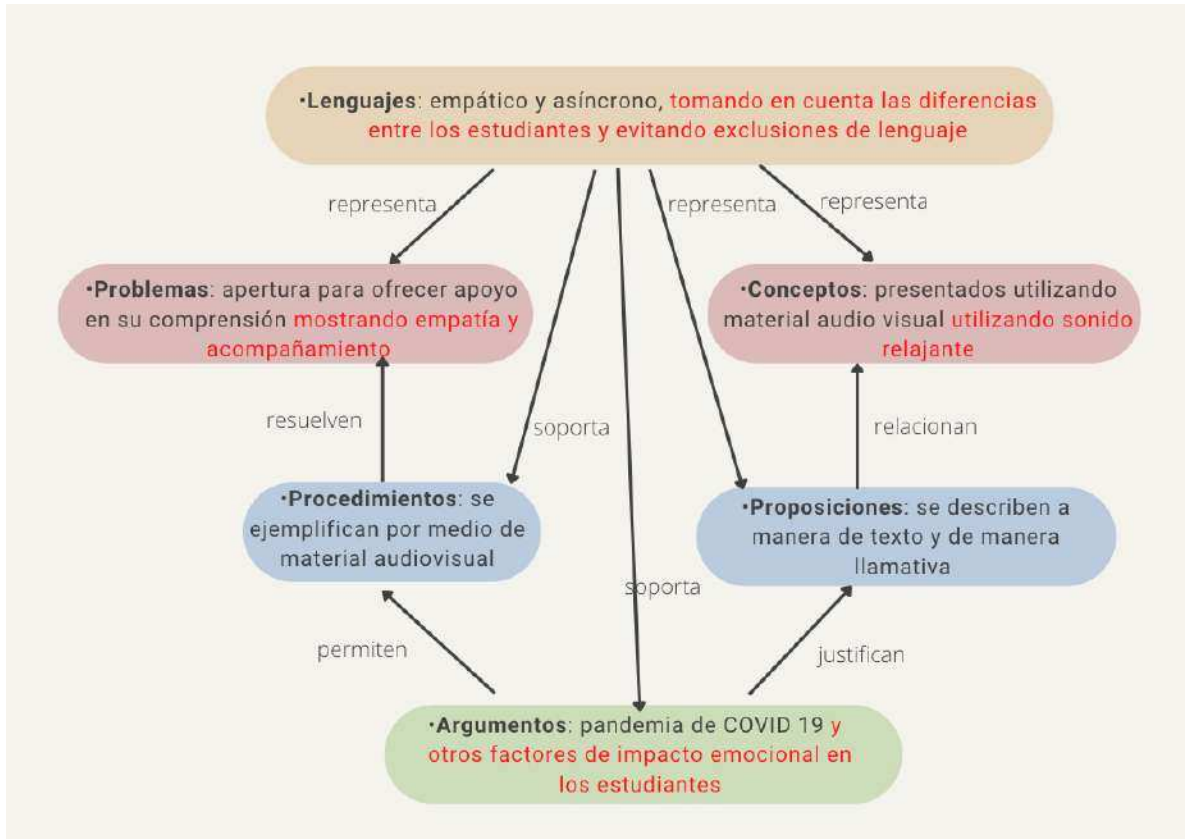
**Figura 60.**

*Rediseño de la configuración mediacional para la realización de la segunda iteración.*



**Figura 61.**

*Rediseño de la configuración emocional para la realización de la segunda iteración.*



En el siguiente apartado se presentan los contenidos desarrollados a partir del rediseño de las trayectorias semiótica, mediacional y emocional, tomando en cuenta los resultados de la primera iteración realizada, con el objetivo de realizar una segunda iteración de la intervención.

## 6.2. DESARROLLO DE CONTENIDOS SEGUNDA ITERACIÓN

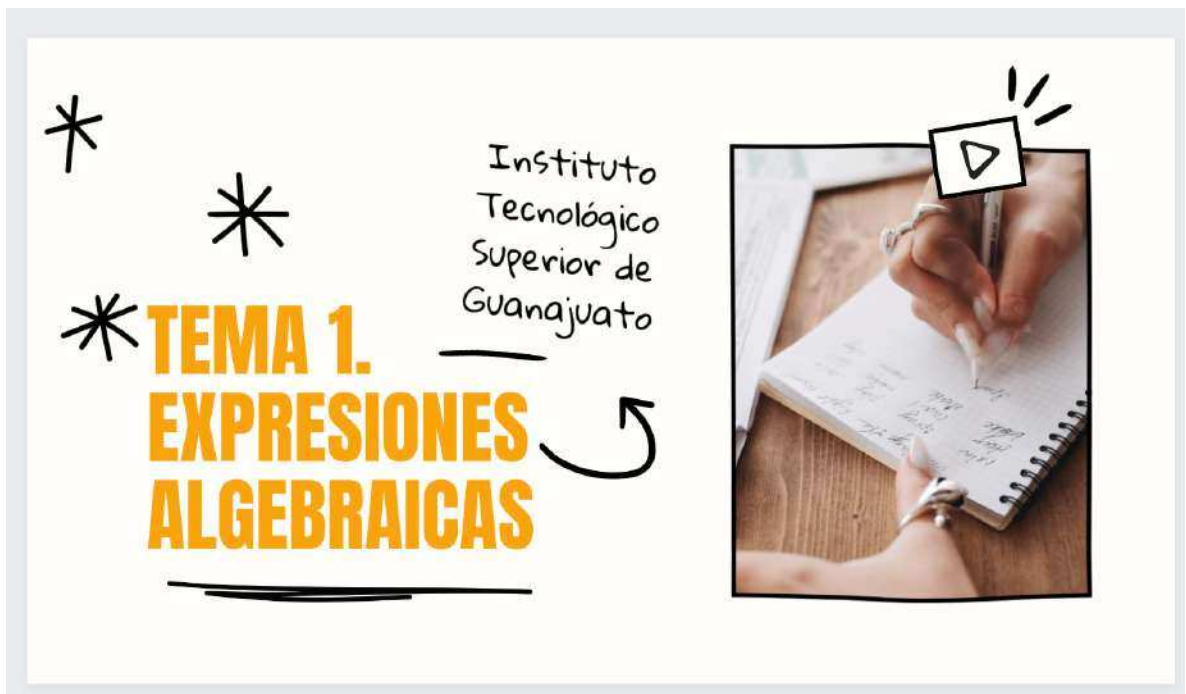
Una vez rediseñado el proceso de instrucción con base en los resultados de la primera iteración, se realizó el desarrollo de los contenidos para la implementación de la segunda iteración en cada uno de los temas alineados a las modificaciones realizadas. Cada uno de los elementos multimedia y ejercicios fueron seleccionados de acuerdo con su apego a las trayectorias semióticas, mediacionales y emocionales descritas en la etapa de rediseño.

Tema 1. Expresiones algebraicas.

La Figura 62 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 62.**

*Tema 1. Expresiones algebraicas segunda iteración.*



Enlace:

[https://www.canva.com/design/DAFhlw0giYc/IXaGVL9HfCEfw7SifSXjXA/edit?utm\\_content=DAFhlw0giYc&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFhlw0giYc/IXaGVL9HfCEfw7SifSXjXA/edit?utm_content=DAFhlw0giYc&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Ejercicios de evaluación:

Simplifica a su mínima expresión las siguientes expresiones algebraicas:

$$2x + 4 + 3x - 5$$

$$4x(y + 3x) - 3xy + 5x^2 + 10 - 6x$$

$$2x(x - 2y) + 5y(2x + 5) + 5x^2 - 10y + 6(x^2 - 2xy)$$

Tema 2. Fracciones algebraicas.

La Figura 63 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 63.**

*Tema 2. Fracciones algebraicas segunda iteración.*



Enlace: [https://www.canva.com/design/DAFhOKFVFAo/c0-Omv7Dc4bIHNav-h20Q/edit?utm\\_content=DAFhOKFVFAo&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFhOKFVFAo/c0-Omv7Dc4bIHNav-h20Q/edit?utm_content=DAFhOKFVFAo&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Ejercicios de evaluación:

Simplifica a su mínima expresión las siguientes fracciones algebraicas

$$\frac{1}{x+1} + \frac{2x}{x^2-1} - \frac{1}{x-1}$$

$$\frac{x^2-2x}{x^2-5x+6} \cdot \frac{x^2+4x+4}{x^2-4}$$

$$\frac{x}{1 + \frac{1}{1+\frac{1}{x}}}$$

Tema 3. Ecuaciones de primer grado.

La Figura 64 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 64.**

*Tema 3. Ecuaciones de primer grado segunda iteración.*



Enlace: [https://www.canva.com/design/DAFhOh2P1\\_U/Mfkt-YzEX4Krw1aEUSrxKw/edit?utm\\_content=DAFhOh2P1\\_U&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFhOh2P1_U/Mfkt-YzEX4Krw1aEUSrxKw/edit?utm_content=DAFhOh2P1_U&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Ejercicios de evaluación:

Resuelve las siguientes ecuaciones de primer grado

$$2x - 1 = 5x + 8$$

$$2(3x - 2) = 2$$

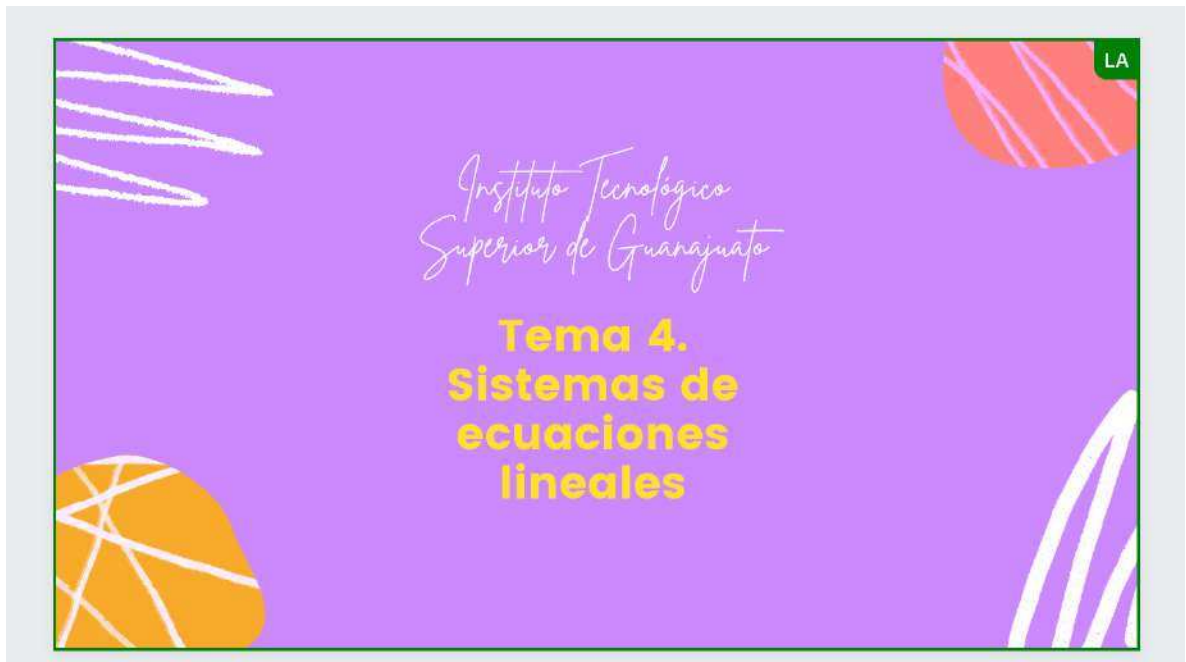
$$1 - \frac{x}{3} = \frac{5x}{3}$$

Tema 4. Sistemas de ecuaciones lineales

La Figura 65 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:

**Figura 65.**

*Tema 4. Sistemas de ecuaciones lineales segunda iteración.*



Enlace:

[https://www.canva.com/design/DAFhx5m7JAg/nHAMJPOXFIO6WW2z\\_LnOmA/edit?utm\\_content=DAFhx5m7JAg&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFhx5m7JAg/nHAMJPOXFIO6WW2z_LnOmA/edit?utm_content=DAFhx5m7JAg&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Ejercicios de evaluación:

Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones lineales

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 12 \\ x - y &= 1 \end{aligned}$$

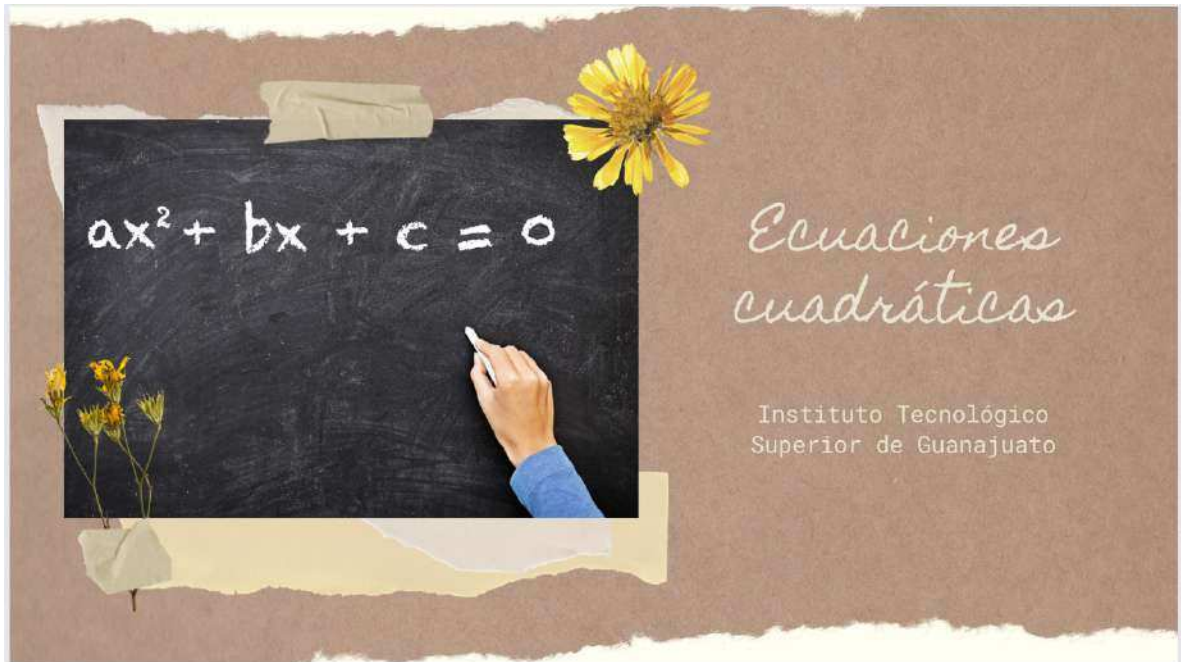
Tema 5. Ecuaciones cuadráticas

La Figura 66 muestra la presentación del tema y desarrollo de ejemplos para este tema:



**Figura 66.**

*Tema 5. Ecuaciones cuadráticas segunda iteración.*



Enlace:

[https://www.canva.com/design/DAFhyOvD6pl/MffaHNB9OUuDRqhs2Q1eog/edit?utm\\_content=DAFhyOvD6pl&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFhyOvD6pl/MffaHNB9OUuDRqhs2Q1eog/edit?utm_content=DAFhyOvD6pl&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Ejercicios de evaluación:

Resuelve las siguientes ecuaciones cuadráticas

$$x^2 + 3x + 2 = 0$$

$$2x^2 + 3x = -5x$$

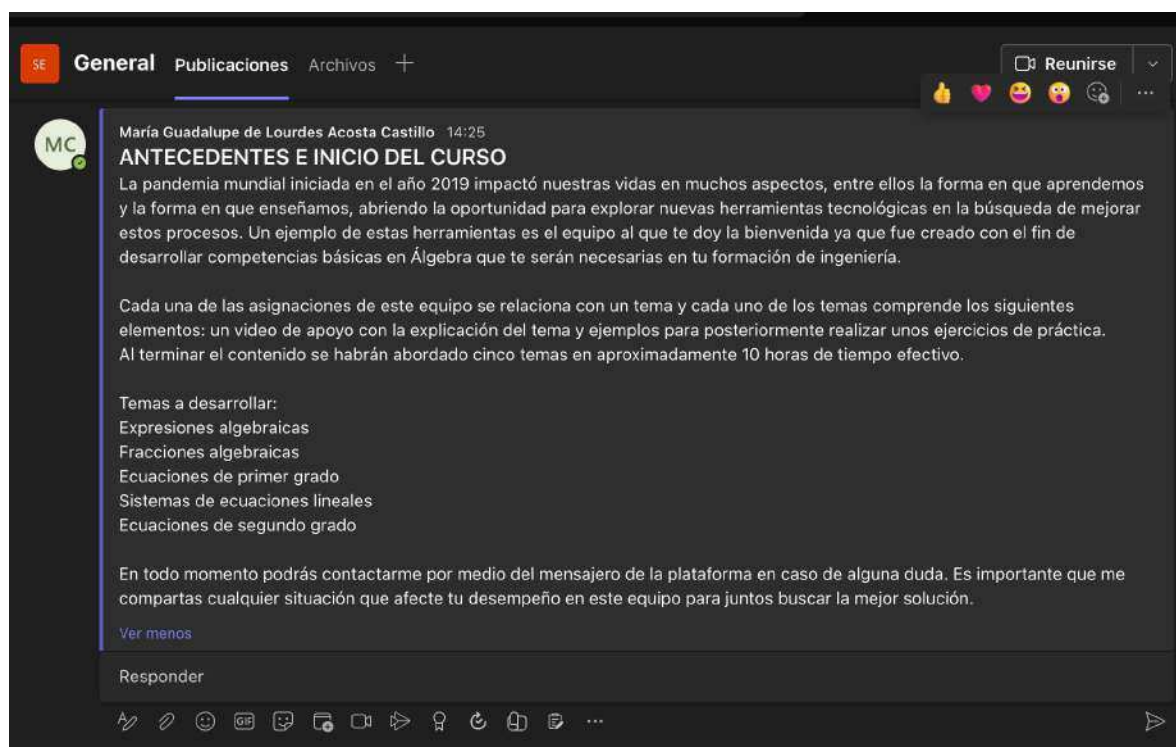
$$3x^2 - 5x + 2 = 0$$

## 6.2.1 IMPLEMENTACIÓN SEGUNDA ITERACIÓN

En la etapa de la implementación como segunda iteración, se realizó un equipo en *Microsoft Teams*, utilizando la cuenta institucional de cada uno de los participantes (Figura 67), donde se colocaron las asignaciones de cada uno de los temas con los recursos presentados en la sección anterior, dejando el espacio adecuado para recibir las respuestas. Cabe mencionar que la plataforma fue actualizada a inicio del año 2023, por lo que se cargó nuevamente la información de la segunda iteración a manera de referencia.

**Figura 67.**

*Propuesta de estrategia didáctica en Microsoft Teams segunda iteración.*



Vínculo al equipo:

[https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a4i0kFcZKmc\\_SjqGAkzNaE-88lEdwmDLYgj0-Akf5MIs1%40thread.tacv2/conversations?groupId=529bb1ab-5b8e-4153-8d21-45b24d37d2cf&tenantId=36d5449e-5018-421d-a8f2-da6528e02df5](https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a4i0kFcZKmc_SjqGAkzNaE-88lEdwmDLYgj0-Akf5MIs1%40thread.tacv2/conversations?groupId=529bb1ab-5b8e-4153-8d21-45b24d37d2cf&tenantId=36d5449e-5018-421d-a8f2-da6528e02df5)

## 6.2.2 RESULTADOS SEGUNDA ITERACIÓN

Como parte de los resultados en la segunda iteración realizada, la tabla 10 presenta los resultados obtenidos en la resolución de los ejercicios propuestos para cada tema de la estrategia didáctica.

**Tabla 10.**

*Resultados de aplicación de la segunda iteración de la estrategia didáctica para la enseñanza de Álgebra*

Muestras	TEMAS													Calificación por estudiante
	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE GRADO PRIMERO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES	ECUACIONES CUADRÁTICAS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	77%
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	92%
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	62%
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	85%
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	85%
9	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	85%
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	85%
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	77%
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
14	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	77%
15	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	62%
16	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	62%
17	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	77%
18	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	69%
19	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	85%

20	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	62%
21	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85%
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	85%
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	92%
24	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	54%
25	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	92%
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	77%
27	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85%
28	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	77%
29	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	69%
30	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
31	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	77%
32	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	77%
<b>TOTAL POR COMPETENCIA</b>	77			82			83		27		67			81%
<b>PROMEDIO POR COMPETENCIA</b>	80%			85%			86%		84%		70%			

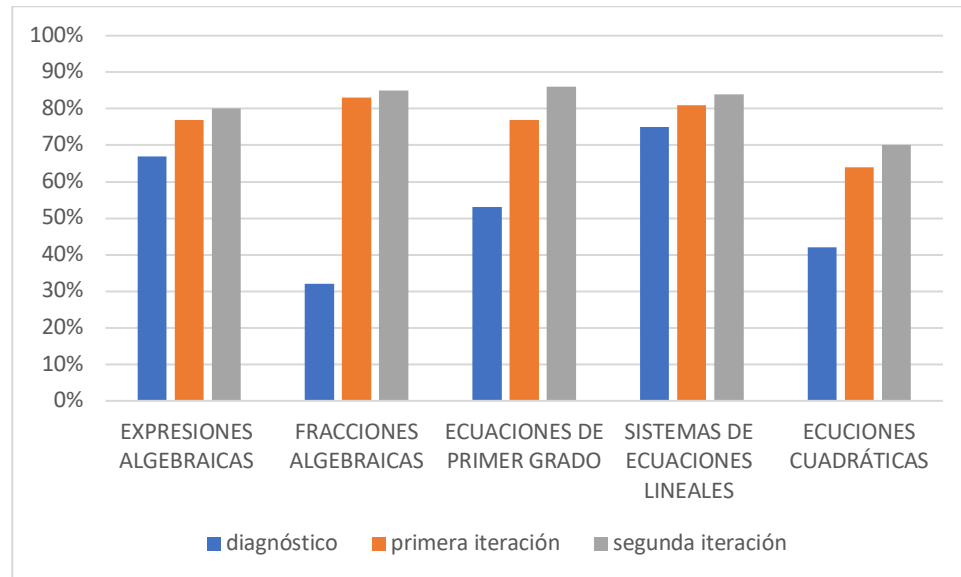
Fuente: elaboración propia.

En la tabla de resultados se presentan nuevamente las calificaciones individuales por participante y los promedios por tema, observándose una diferencia en comparación con la primera iteración con un incremento en el desempeño por cada uno de los temas.

La Figura 68 presenta el desempeño obtenido en la etapa de diagnóstico, la primera iteración y la segunda iteración a manera de comparación en el desarrollo de las etapas del proceso de investigación basada en el diseño.

**Figura 68.**

*Comparación entre el desempeño obtenido en las diferentes etapas de la IBD.*



En cuanto al análisis de idoneidad didáctica de la estrategia implementada, se utilizó nuevamente a manera de autoevaluación el instrumento propuesto por Moreno (2017) mostrado anteriormente, para el cual se han colocado los 41 ítems referidos a los indicadores representativos de idoneidad didáctica del EOS y su cumplimiento en cada tema de la estrategia didáctica (Tabla 11)

**Tabla 11.**

*Autoevaluación indicadores representativos de la idoneidad didáctica EOS y su cumplimiento en la segunda iteración de la estrategia didáctica.*

Ítem	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4	Tema 5
1	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI

4	SI	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI
8	NO	NO	NO	NO	NO
9	SI	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	SI	SI	SI
14	NO	NO	NO	NO	NO
15	SI	SI	SI	SI	SI
16	SI	SI	SI	SI	SI
17	SI	SI	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI	SI	SI
19	NO	NO	NO	NO	NO
20	SI	SI	SI	SI	SI
21	SI	SI	SI	SI	SI
22	SI	SI	SI	SI	SI
23	SI	SI	SI	SI	SI
24	SI	SI	SI	SI	SI
25	SI	SI	SI	SI	SI
26	SI	SI	SI	SI	SI
27	SI	SI	SI	SI	SI
28	NO	NO	NO	NO	NO
29	SI	SI	SI	SI	SI
30	SI	SI	SI	SI	SI
31	NO	NO	NO	NO	NO
32	NO	NO	NO	NO	NO
33	SI	SI	SI	SI	SI
34	SI	SI	SI	SI	SI
35	SI	SI	SI	SI	SI
36	SI	SI	SI	SI	SI
37	SI	SI	SI	SI	SI
38	SI	SI	SI	SI	SI
39	SI	SI	SI	SI	SI
40	SI	SI	SI	SI	SI
41	SI	SI	SI	SI	SI

Fuente: elaboración propia con base en Moreno (2017).

La información presentada ofrece una visión propia del cumplimiento con los indicadores del EOS, donde se observa un avance positivo a partir de los resultados obtenidos en la primera iteración, donde las facetas ecológica y del entorno (ítems 12 a 19), la faceta afectiva (ítems 20 al 25) y la faceta interaccional (ítems 26 al 33) muestran un avance en cuanto a la estrategia diseñada, sin embargo, todavía quedan algunos elementos que se deben mejorar, especialmente en cuanto a la interacción entre los estudiantes participantes y el medio de comunicación utilizado para la implementación de la segunda iteración.

## **7 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN**

Si bien no fueron alcanzados algunos aspectos de la autoevaluación con la idoneidad didáctica basada en el EOS, los resultados obtenidos en la implementación de la estrategia didáctica a través de las iteraciones realizadas ofrecen un incremento en comparación al desempeño inicial de los participantes, por lo que se presenta la oportunidad de implementar mejoras en los aspectos donde la idoneidad detectaron áreas de mejora. Como lo plantea Godino (2022), el EOS es dinámico, es inclusivo y abierto hacia la inclusión de diferentes marcos teóricos, por lo que puede experimentar en investigaciones realizadas en una gran cantidad de contextos y niveles.

Investigaciones realizadas previamente coinciden en la necesidad de enfocar sistémicamente los procesos de educación e instrucción, incluyendo elementos del entorno como agentes curriculares, padres, y otros elementos particulares (Godino, et al., 2023). Sin embargo, los autores reconocen el alto costo que conllevaría la integración de nuevos factores en el proceso de análisis.

En este sentido, las oportunidades encontradas con el desarrollo de la presente investigación aparecen la elaboración de materiales y herramientas que integren mayor dinamismo a la presentación de los temas, así como la utilización de software para solucionar los ejercicios mostrados. También es importante desarrollar la propuesta en diferentes plataformas tecnológicas que integren una mayor interacción entre los participantes, puesto que la mayoría de las plataformas existentes no fomentan este tipo de interacción o colaboración, dejando a un lado este elemento importante del aprendizaje.

Por otra parte, las instituciones educativas se han abierto a nuevos métodos de enseñanza aprendizaje y a la utilización de la tecnología como una forma de mejorar la experiencia educativa que ofrecen. En el caso del nivel superior, estas nuevas experiencias deben enfocarse a la integración de los estudiantes en el ambiente laboral, enfrentándose al reto del rápido avance tecnológico en comparación con niveles educativos inferiores.

## **8 PRINCIPIOS DE DISEÑO**

Una vez completada la segunda iteración en el proceso de Investigación Basada en el Diseño utilizando a la idoneidad didáctica, se proponen los siguientes principios de diseño como una herramienta de apoyo en la búsqueda de una estrategia didáctica efectiva para la enseñanza del Álgebra:

1. Es importante centrar las estrategias en los estudiantes, de tal forma que sean adecuadas a sus habilidades actuales y previas, así como a sus intereses y estilos de aprendizaje sin olvidar su entorno cultural, político y económico, buscando la participación constante de los estudiantes y estimulando su pensamiento crítico.



2. Los objetivos de las estrategias deben contener además indicadores de seguimiento a manera de evaluación que sean claros y puedan medirse de manera efectiva, siempre alineados a los contenidos del nivel educativo al que pertenezcan los estudiantes y ubicados adecuadamente en cada etapa curricular.
3. El proceso de diseño debe realizarse a través de iteraciones y aprovechando los resultados obtenidos en cada iteración en un proceso de mejora continua con la colaboración de estudiantes y el apoyo de expertos en la medida que los recursos disponibles lo permitan.
4. Las estrategias desarrolladas deben tener la capacidad de adaptación en contextos, herramientas y recursos diferentes, para que sean personalizados o generalizados conforme avanza el proceso de diseño, así como adaptarse al desarrollo de nuevas tecnologías y su inclusión de manera efectiva.
5. Es importante que los estudiantes sean autónomos en cuanto a la realización de las actividades propuestas en cada estrategia, por lo que éstas deben fomentar el interés por conocer su avance y desempeño para reflexionar acerca de las áreas que pueden mejorar. Esta autonomía a su vez debe permitirle tener una interacción y colaboración con sus compañeros para avanzar de manera conjunta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrate, R., Pochulu, M. y Vargas, J. (2006). Errores y dificultades en Matemática: Análisis de causas y sugerencias de trabajo [versión digital pdf]. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Villa María. Recuperado de <http://unvm.galeon.com/Libro1.pdf>
- Adell, J. (2006). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (7), a007.
- Albarracín, L., Chico, J., & Guinjoan, M. (2015). Aprendiendo a enseñar matemáticas a partir de la propia experiencia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 196, 113 – 119.
- Álcala, M (2002). *La construcción del lenguaje matemático*. México: Grao.
- Area, M. (2009). *Introducción a la tecnología educativa*. Laguna: Universidad de la Laguna.
- Area, M. (2000). Redes multimedia y diseños virtuales. En *Actas del III Congreso Internacional de Comunicación, Tecnología y Educación R. Pérez (coord.)*. Universidad de Oviedo, pp. 128-135.
- Alsina, À., & Domingo, M. (2010). Idoneidad didáctica de un protocolo sociocultural de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 13(1), 7-32.
- Aydın-Güç, F. & Baki, A. (2016). The classification of development and assessment approaches for mathematical modelling competencies. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621-645.
- Baggaley, J. (2013). MOOC rampant. *Distance Education*, 34(3), 368-378. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/01587919.2013.835768>
- Barab, S., Squire, K. (2004). Design-based research: putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barbón, O. y Fernández, J. (2018). Rol de la gestión educativa estratégica en la gestión del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación en la educación superior. *Educación Médica*. 19 (1), 51 – 55.
- Bassanezi, R. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática, Contexto*, São Paulo, Brasil.

- Benito, B., y Salinas, J. (2016). World Café Cmaps para la elicitación y transferencia de conocimiento entre docentes universitarios. En Proceedings of the 7th International Conference on Concept Mapping.
- Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of The Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Cabero, J. (2015). Visiones educativas sobre los MOOC. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18(2), 39-60.
- Castellanos, M.T., Flores, P., Moreno, A. (2017). Reflexión de futuros profesores de matemáticas sobre problemas profesionales relacionados con la enseñanza del Álgebra escolar. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 31 (57), 408 – 429.
- Castillo, M. J., Burgos, M. y Godino, J. D. (2022). Guía de análisis de lecciones de libros de texto de Matemáticas en el tema de proporcionalidad. *Uniciencia*, 36(1), e15399.
- Chavarría, G. (2014). Dificultades en el aprendizaje de problemas que se modelan con ecuaciones lineales: El caso de estudiantes de octavo nivel de un colegio de Heredia. *Uniciencia*. 28, (2), 15 – 44.
- Clark, D. (2013). *MOOCs: taxonomy of 8 types of MOOC*. Recuperado de: <http://donaldclarkplanb.blogspot.com.es/search?q=MOOCs:+taxonomy>
- Criollo, M., Romero, M. y Fontaines, T. (2017). Autoeficacia para el aprendizaje de la investigación en estudiantes universitarios. *Psicología Educativa*. (23) 63– 72.
- Coakley, D., Garvey, R., & O'Neill, Í. (2016). Micro-learning—Adopting Digital Pedagogies to Facilitate Technology-Enhanced Teaching and Learning for CPD. *Empowering 21st Century Learners Through Holistic and Enterprising Learning* (pp. 272-275). Malaysia: Springer Singapore. Recuperado de: [https://doi.org/10.1007/978-981-10-4241-6\\_24](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4241-6_24)
- Contreras, Á., y Ordóñez, L. (2006). Complejidad ontosemiótica de un texto sobre la introducción a la integral definida. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 9(1), 65-84.
- Czerniewicz, L., Deacon, A., Glover, M., & Walji, S. (2017). MOOC-making and open educational practices. *Journal Of Computing In Higher Education*, 29(1), 81-97. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9128-7>

- De La Fuente, Á. C., & Armenteros, M. G. (2011). Significados pretendidos y personales en un proceso de estudio con el límite funcional. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 14(3), 277-310
- Delgado, C. J. D. (2011). Tecnología Meta-Tecnología Educación. *Sophía*, (11), 31-55.
- Distéfano, M.L., Urquijo, S. y González, S. (2010). Una intervención educativa para la enseñanza del lenguaje simbólico. *Union, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 23, 59-71.
- Durán, R., Estay, C. y Álvarez, H. (2015). Adopción de buenas prácticas en la educación virtual en la educación superior. *Aula abierta*. 43, 77 – 86.
- Enríquez, S. C. (2012). Luego de las TIC, las TAC. En II Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula.
- Escamilla, J. G. (1998). Metodología de selección y uso de tecnología educativa. *Elección y uso de tecnología educativa*, 11 – 22.
- Escudero, A. (2016). Aportaciones al proceso horizontal de transversalización de la Educación a Distancia en las instituciones de educación superior. *Revista de la Educación Superior*, (46) (182), 57 – 69.
- Fernández, F. (1997). Aspectos históricos del paso de la aritmética al álgebra. *Uno*, 14. Valencia, R. (2015). Las TIC como instrumento pedagógico en la educación superior. *RIDE (Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo)*, 5(9).
- Fernández, J. V., y Webster, S. (2014). From OCW to MOOC: Deployment of OERs in a Massive Open Online Course. The Experience of Universidad Carlos III de Madrid (UC3M). *Open Praxis*, 6(2), 145-158. Recuperado de: <https://doi.org/10.5944/openpraxis.6.2.115>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2016). From massive access to cooperation: Lessons learned and proven results of a hybrid xMOOC/cMOOC pedagogical approach to MOOCs. *International Journal of Educational Technology in Higher Education (ETHE)*, 13, 24. doi:10.1186/s41239-016-0024-z
- Filloy, E., Puig, L., Rojano, T. (2008). El estudio teórico local del desarrollo de competencias algebraicas. *Enseñanza de las ciencias*. 26 (3), 327 – 342.

- Fischer, H., Dreisiebner, S., Franken, O., Ebner, M., Kopp, M., y Köhler, T. (2014). Revenue vs. Costs of MOOC Platforms. Discussion of Business Models for xMOOC Providers Based on Empirical Findings and Experiences During Implementation of the Project iMOOX In 7th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2014). IATED (pp. 2991-3000).
- Fúneme, C. y López, L. (2022). Conocimiento didáctico-matemático de algunos docentes sobre los números primos. *Alteridad*, (17)2, 208-223. <https://doi.org/10.17163/alt.v17n2.2022.04>
- Gamarra-Salinas, R., Yon-Delgado, J. C. y Yon-Delgado, M. R. (2021). Enfoque Ontosemiótico en el desarrollo de Capacidades Matemáticas: Escuela Intercultural Yarinacocha, Amazonia. *Educación Matemática*, 33 (2), 37-56.
- García, J. (2010). Análisis de errores y dificultades en la resolución de tareas algebraicas por alumnos de primer ingreso en nivel licenciatura. Trabajo de Grado). Universidad de Granada, Facultad de Ciencias de la Educación, Granada, España. Facultad de Ciencias de la Investigación. Valencia, Venezuela
- García Aretio, L. (2015). MOOC: ¿tsunami, revolución o moda pasajera? RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 18(1), 9-21. Recuperado de: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/ried.18.1.13812>
- García-Valcárcel M. A. y Hernández M. A. (2013). Buenas prácticas en el uso de la tecnología para la mejora de la enseñanza (capítulo 9). En Los recursos tecnológicos como instrumentos al servicio de la innovación educativa. Madrid: Síntesis.
- Gasco-Txabarri, J. (2017). La resolución de problemas aritmético – algebraicos y las estrategias de aprendizaje en matemáticas. Un estudio en educación secundaria obligatoria (ESO). *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 20(2), 167-192.
- Gavilán, P. (2011). Dificultades en el paso de la aritmética al Álgebra escolar : ¿puede ayudar el Aprendizaje Cooperativo?. *Investigación en la escuela*, 73, 95 – 108.
- Gibelli, T. (2014). La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: [https://www.google.com/https%3A%2F%2Fwww.oei.es%2Fhistorico%2Fcongreso2014%2Fmemoria\\_ctei\\_%2F1440.pdf&usq=AOvVaw1cXdxoMep44XQHU3isy08K](https://www.google.com/https%3A%2F%2Fwww.oei.es%2Fhistorico%2Fcongreso2014%2Fmemoria_ctei_%2F1440.pdf&usq=AOvVaw1cXdxoMep44XQHU3isy08K)

- Glass, C. R., Shiokawa-Baklan, M. S., & Saltarelli, A. J. (2016). Who Takes MOOCs? *New Directions for Institutional Research*, 2015(167), 41-55. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/ir.20153>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Burgos, M. (2023). Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6).
- Godino, J. D. (2021). De la ingeniería a la idoneidad didáctica en educación matemática. *Revemop*, e202129, 1-26, 2021.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26 (1), 39-88.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Batanero, C., y Font, V. (2013). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Perspectivas en la Didáctica de las Matemáticas*, 47-78.
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8 (11), 111-132
- Godino, J. D., Wilhelmi, M. R., & Moll, V. F. (2006). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 9(1), 131-156.
- Goldenberg, P. y Carter, C. (2018). Myths of priority and unity in mathematics learning. *Education Sciences*, 8(2):85.
- Hanson-Smith, E. (2004). Professional Development: The Electronic Village Online of the TESOL CALL Interest Section. *TESL-EJ: Teaching English as a Second or Foreign Language*, 8(2). Recuperado de: <https://doi.org/http://teslej.org/ej30/int.html>
- Janvier, C. (1996). Modeling and the initiation into Algebra. En Bednarz et al (Eds.). *Approaches to Algebra. Perspectives for Research and Teaching*. pp 225-236. Dordrecht: Kluwer.
- Jordán, M. (2009). Intervención educativa sobre osteoporosis en la Cátedra Universitaria del Adulto Mayor con el uso de un sitio Web [tesis]. Matanzas: Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas.

- Kelly, A. E., Lesh, R. A., y Baek, J. Y. (Eds.). (2014). Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching. Routledge.
- Kieran, C. y Filloy, E. (1989): "El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica" en *Enseñanza de las Ciencias*, 73, pp. 229-240.
- Large, M. (8 de febrero de 2015). Design-Based Research [Mensaje en un blog]. Balancing on the Leading Edge. Recuperado de: <http://balancingontheleadingedge.blogspot.com/2015/02/i-am-currently-taking-class-in-design.html>
- Larios, V. (2003). Si no demuestro... ¿enseño Matemática?. *Educación Matemática*, 15 (2), 163-178.
- Larios, V., Font, V., Spíndola, P., Sosa, C., & Giménez, J. (2012). El perfil del docente de Matemáticas. Una propuesta. *Eureka*, 27, 19-36.
- Lirsa, Cécile Dejoux, Charrière-Grillon, V. (2016). How Digital Technologies are revolutionising the training function in companies : an exploratory study of a population of managers. *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, 102, 42- 58.
- Litwin, E. (2008) El oficio de enseñar. Condiciones y contextos. Buenos Aires, editorial Paidós.
- López, J. (2018). Eduteka - Cómo seleccionar recursos educativos digitales. Recuperado el 20 de noviembre 2018, de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/SeleccionRecursosDigitales>.
- López, R., Molina, M. y Castro, E. (2017). Modelización en el aula de ingeniería: un estudio de caso en el marco de un experimento de enseñanza. *PNA*, 11(2), 75 – 96.
- Lupiañez, J. L. (2009). Expectativas de aprendizaje y planificación curricular en un programa de formación inicial de profesores de matemática de secundaria. 2009. 584f (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Didática da Matemática)– Departamento de Didática de la Matemática, Universidad de Granada, Granada).
- Mancera, E. y Pérez, C. Historia y Prospectiva de la Educación Matemática. *Memorias de la XII CIAEM*, 61 – 68.

- Masingila, J., Olanoff, D. y and Kimani, P.(2018). Mathematical knowledge for teaching teachers: knowledge used and developed by mathematics teacher educators in learning to teach via problem solving. *J Math Teacher Educ*, págs. 429–450.
- Malet, O., Giacomone & Repetto, A. M. (2021). La Idoneidad didáctica como herramienta metodológica: desarrollo y contextos de uso. *Revemop*, 3, e202110, 1-23.
- Mayén, S., Batanero, C., y Díaz, C. (2009). Conflictos semióticos de estudiantes mexicanos en un problema de comparación de datos ordinales. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 12(2), 151-178.
- Moreno, H. (2017). Valoración de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio de Cálculo Diferencial por los estudiantes. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*.
- Moreno-Reyes, H., Oñate, P. y Alcántara, R. (2016). La modelación matemática como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje, en *Modelación Matemática: ingeniería, biología y ciencias sociales*. Huajuapán: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Moya, M. (2013). De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (27), 1 – 15.
- OECD (2016). México. Country Note – Results from PISA 2015. OECD Publishing.
- Olmedo, N., Galíndez, M., Peralta, J., Di Bárbaro, M. (2015). Errores y concepciones de los alumnos en Álgebra. *Comunicación XIV CIAEM-IACME*, Chiapas, México.
- Palacio, O. J. (2013). Génesis del álgebra. *Pedagogía en Acción*, 1, 97-100.
- Palmas, S. (2018). La tecnología digital como herramienta para la democratización de ideas matemáticas poderosas. *Revista Colombiana de Educación*, (74), 109-132.
- Pincheira-Hauck, N., & Vásquez-Ortiz, C. (2018). Conocimiento Didáctico-Matemático para la Enseñanza de la Matemática Elemental en futuros profesores de educación básica: diseño, construcción y validación de un instrumento de evaluación. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 25-48.
- Pino-Fan, L., Font, V. y Godino, J. (2014). El conocimiento didáctico-matemático de los profesores: Pautas y criterios para su evaluación y desarrollo. En C.



- Dolores, M. García, J. Hernández y L. Sosa (eds.), *Matemática educativa: La formación de profesores* (pp. 137- 151).
- Pochulu, M., y Font, V. (2011). Análisis del funcionamiento de una clase de matemáticas no significativa. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 14(3), 361-394.
- Poy, R., y Gonzales-Aguilar, A. (2014). Factores de éxito de los MOOC: algunas consideraciones críticas. *RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao)*, 105-118. Recuperado de: <https://doi.org/10.4304/risti.e1.105-118>
- Pozo, J. (1999). El Sistema del aprendizaje, en *Aprendices y maestros*, pp. 85 – 103. Madrid: Alianza.
- Puig, L. (1998). Componentes de una historia del álgebra. El texto de al-Khwarizmi restaurado. *Investigaciones en matemática educativa II*. Universitat de Valencia. Departament de Didáctica de la matemática, 109-131.
- Rico, L. (2006). La competencia matemática en PISA. *PNA*, 1(2), 47 – 66.
- Rodríguez, I., Torrealba, A. (2017). Dificultades que conducen a errores en el aprendizaje del lenguaje algebraico en estudiantes de tercer año de educación media general. *ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC*. 11(20), 416 – 438.
- Rodríguez, L. y Díaz, P. (2015). Estrategias de las universidades españolas para mejorar el rendimiento en matemáticas del alumnado de nuevo ingreso. *Aula abierta*, (43), 69 – 76.
- 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.
- Sangrà, A., González-Sanmamed, M., y Anderson, T. (2015). Metaanálisis de la investigación sobre MOOC en el período 2013-2014. *Educación XXI: revista de la Facultad de Educación*, 18(2). Recuperado de: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.13463>
- Sawatzki, C. y Sullivan, P. (2018). Shopping for Shoes : Teaching Students to Apply and Interpret Mathematics in the Real World. *Int J of Sci and Math Educ*, pages 1355–1373.
- Schleicher (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD.

- Scardigli, M., Bello, C., Cicchini, A., Cuadrado, G., y Sara, A. (2013). Reflexiones sobre la Modelización Matemática como una Práctica de Enseñanza y de Aprendizaje en Carreras de Ingeniería. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 10(17), 17-21.
- Triana, M., Ceballos, J. y Villa, J. (2016). Una dimensión didáctica y conceptual de un instrumento para la Valoración de Objetos Virtuales de Aprendizaje. El caso de las fracciones. *Entramado*. 12 (2), 166 – 186.
- Vázquez Cano, E., y López Meneses, E. (2015). La filosofía educativa de los MOOC y la educación universitaria. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18(2), 25-37
- Velasco, M. A. (2017). Las TAC y los recursos para generar aprendizaje. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 771 - 777.
- Villa, J. A. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas. Un marco de referencia y un ejemplo. *Tecno Lógicas* (19), pp.63,85.