

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE STEM COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA EN CONTEXTOS EDUCATIVOS VULNERABLES

IMPLEMENTATION OF THE STEM APPROACH AS A PEDAGOGICAL TOOL IN VULNERABLE EDUCATIONAL CONTEXTS

IMPLEMENTAÇÃO DA ABORDAGEM STEM COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA EM CONTEXTOS EDUCATIVOS VULNERÁVEIS

Sebastián Rossel Salas¹
Jessica Cabrera Cuevas²
Coralina Muñoz Vidal³

¹Universidad de La Serena, Chile, srossel@userena.cl

²Universidad Autónoma de Madrid, jessica.cabrera@uam.es

³Universidad de La Serena, Chile, coralinamvidal@gmail.com

RESUMEN

El estudio aborda los desafíos de mejorar la calidad de la educación, una utilizando la metodología STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas). Se focalizó en escuelas públicas de la IV Región de Coquimbo, Chile, y se basó en un diseño etnográfico y con métodos cualitativos tales como entrevistas y observaciones en el aula. Los resultados señalan a partir de la utilización de esta metodología habría una mayor participación de los estudiantes dentro de las aulas, una comunicación mejorada entre docentes y alumnos, un mejor rendimiento académico y compromiso estudiantil. Esta investigación se realiza en colaboración con la Cátedra UNESCO en Educación para la Justicia Social de la Universidad Autónoma de Madrid, la cual busca apoyar a las escuelas públicas en la comprensión y mejora de los procesos educativos en contextos de vulnerabilidad social.

Palabras Claves: *ciencias cognitivas; discurso pedagógico; STEM; educación primaria; formación docente.*

ABSTRACT

The study addresses the challenges of improving the quality of education using a STEM (science, technology, engineering, and mathematics) methodology. It focused on public schools in the IV Region of Coquimbo, Chile, and was based on an ethnographic design and qualitative methods such as interviews and classroom observations. The results indicate that the use of this methodology has led to greater student participation in the classroom, improved communication between teachers and students, improved academic performance, and improved student engagement. This research is conducted in collaboration with the UNESCO Chair in Education for Social Justice at the Autonomous University of Madrid, which seeks to support public schools in understanding and improving educational processes in contexts of social vulnerability.

Key words: *cognitive sciences; pedagogical discourse; STEM; primary education; teacher training.*

RESUMO

O estudo aborda os desafios de melhorar a qualidade da educação, utilizando a metodologia STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Concentrou-se nas escolas públicas da IV Região de Coquimbo, Chile, e baseou-se num desenho etnográfico e em métodos qualitativos, como entrevistas e observações em sala de aula. Os resultados indicam que a partir da utilização desta metodologia haveria maior participação dos alunos nas salas de aula, melhoria da comunicação entre professores e alunos, melhor desempenho acadêmico e comprometimento dos alunos. Esta investigação é realizada em colaboração com a Cátedra UNESCO de Educação para a Justiça Social da Universidade Autónoma de Madrid, que procura apoiar as escolas públicas na compreensão e melhoria dos processos educativos em contextos de vulnerabilidade social.

Palavras chaves: *ciências cognitivas; discurso pedagógico; STEM; ensino primário; formação de professores.*

Fecha de recepción: 14 de enero de 2025

Fecha de aceptación: 19 de mayo de 2025

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de las nuevas líneas de innovación curricular en Chile del 2017 al 2020, ha presentado el Ministerio de Educación (MINEDUC) para fortalecer la inmersión temprana de niños y niñas en las ciencias desde una perspectiva de integración curricular y aprendizaje denominada STEM (Hutto, Kirchhoff, y Abrahamson, 2015), se hace necesario repensar la manera en que los profesores de enseñanza primaria diseñan e implementan sus clases fuera de un marco asignaturista (Montenegro, W 2016).

La evidencia muestra que el discurso en el aula de los profesores de matemáticas y ciencias se ha preocupado de entrenar destrezas y realizar procesos rutinarios inhibiendo la movilización de conocimientos y conceptos que potencien en el alumnado, la oportunidad de fundamentar, relacionar y vincular los contenidos de la clase con los objetos de su entorno doméstico. En Chile, el contexto educativo chileno, la necesidad de transitar desde metodologías de enseñanza tradicionales hacia enfoques transdisciplinares responde a los desafíos de una educación más situada, relevante y significativa para los aprendizajes del estudiantado. La propuesta transdisciplinar permite integrar saberes desde diversas disciplinas, superando la fragmentación del conocimiento, lo que favorece una comprensión holística y contextualizada del aprendizaje. Esta

perspectiva reconoce que los procesos educativos no ocurren en un vacío, sino que están mediados por factores socioculturales, emocionales, territoriales y relacionales que inciden directamente en la construcción del conocimiento.

Desde el enfoque reflexivo y biológico-cultural propuesto por Dávila y Maturana (2021), se comprende que el aprendizaje ocurre en la convivencia y en la emocionalidad, y que enseñar es, ante todo, un acto de co-inspiración y encuentro humano. En este sentido, “el educar ocurre en la convivencia que amplía el espacio de convivencia del otro” (Dávila & Maturana, 2021, p. 107), lo cual desafía los modelos instructivos lineales y promueve prácticas pedagógicas dialógicas, colaborativas y significativas.

Asimismo, los Estándares de la Profesión Docente (MINEDUC, 2021) enfatizan que el profesional de la educación debe diseñar y facilitar experiencias de aprendizaje articuladas con el entorno, promoviendo el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, en coherencia con los principios de inclusión, justicia social y equidad educativa. Esto implica que las metodologías de enseñanza deben responder a los desafíos de una sociedad compleja, integrando diversas dimensiones del contexto y favoreciendo el desarrollo integral del estudiantado.

En este marco, una propuesta transdisciplinar no

solo potencia aprendizajes profundos y transferibles, sino que también habilita espacios de transformación pedagógica que reconocen al sujeto que aprende en su multidimensionalidad, resituando el rol docente como mediador cultural y constructor de sentidos.

Y, particularmente, en el caso de los contextos vulnerables nos damos cuenta, que debemos esclarecer, no favorecen a la adquisición de conocimiento y, que estarían repercutiendo en baja autoestima, baja capacidad de contactarse con su afectividad y dificultad de acceder a un pensamiento abstracto.

A partir de la naturaleza experiencial que tiene el aprendizaje en los entornos ecológico-cognitivos como STEM, es fundamental comprender la manera en que los profesores realizan sus actividades en contexto de aula. La interacción profesor alumno dentro de este entorno, provee una dinámica que permite al profesor concatenar el despliegue experiencial del tejido simbólico encarnado en los estudiantes, a través de su participación activa con un enfoque STEM, aportaría evidencia antes con respecto al dialogo, participación de los actores de la educación.

En este sentido, el gran desafío de STEM, al integrar las ciencias con las matemáticas, la tecnología y el arte, es proponer mediante una visión de integración curricular, una metodología que permita articular la experiencia contextual con los objetos temáticos del currículo. Por el contrario, el desarrollo curricular en la educación formal está orientado a una progresión lineal de los aprendizajes, el cual a su vez está parcelado en dominios de saberes, que conciben el aprendizaje como un objetivo y no como una oportunidad. Por tanto, dada aquella situación se considera que las teorías ecológico-cognitivas pueden aportar desde el enfoque STEM para mejorar la calidad de la educación, puesto que los antecedentes internacionales señalan que este marco teórico puede ser articulado con variadas asignaturas.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El presente artículo se enmarca en el paradigma de las ciencias cognitivas (Varela, Thompson & Rosch,

1991). Esta adscripción ecológica de la cognición ha pretendido ampliar la visión del aprendizaje como procesamiento de la información, por una encarnada y situada al contexto sociocultural de los estudiantes. Para llevar a cabo esta investigación, proponemos una estrategia etnográfica para la crear un entorno de aprendizaje ecológico que permita integrar los objetivos de aprendizaje de las asignaturas de ciencias, tecnología y matemáticas (Araya, 2016; Montenegro, M. (2016).)

Durante los últimos diez años en Chile, la evidencia muestra que el discurso de los profesores de matemáticas y ciencias en el aula se ha orientado al entrenamiento de destrezas y a realizar procesos rutinarios (Araya & Dartnel, 2009) inhibiendo la movilización de conocimientos y conceptos que potencien en el alumnado a adquirir distintas estrategias que ayuden a un aprendizaje significativo (Preiss, Larraín & Valenzuela, 2011).

Esto quiere decir que las metodologías de enseñanza y aprendizaje tradicional parecen no estar respondiendo a las demandas de los estudiantes desde sus diferentes contextos. Un aspecto importante en el desarrollo de un país es el arte y la ciencia, siendo esta última unas de las áreas más importantes a considerar en materia educativa (Bugueño, H., Rossel, S., & Videla, R, 2021).

En el marco de las nuevas líneas de innovación curricular que ha presentado el MINEDUC para fortalecer la inmersión temprana en las ciencias desde una perspectiva de integración curricular denominada STEM (Hutto, Kirchhoff, y Abrahamson, 2015), razón por la cual hay que re-estructurar cómo los profesores de enseñanza básica diseñan y evalúan sus clases (Araya, 2016; Montenegro, 2016). El presente trabajo tiene como objetivo identificar las principales herramientas que se requieren para la integración curricular, describir aspectos claves del diseño e implementación de la metodología STEM, ya que la investigación es reconocer que el tipo de metodología utilizado en la enseñanza de las ciencias, pues desde un enfoque tradicional ha promovido didácticas y metodologías específicas dentro de cada asignatura que no permiten la integración con otras disciplinas, sesgando la articulación con las experiencias cotidianas y vincular los contenidos al

contexto. Razón por la cual, consideramos relevante que para generar escenarios educativos que permitan la igualdad de oportunidades para alcanzar nuestro potencial humano, se pueda abordar y mejorar este problema social utilizando una propuesta de innovación curricular basado en los principios de las ecologías cognitivas (Leyton, Rossel & Videla, 2017; Videla, Rossel, Bugueño y Urrutia, 2021). Por ello, hemos estimado pertinente focalizar nuestra atención en los estudiantes de escuelas públicas pertenecientes al segundo ciclo. En este artículo, se pretende comprender la enseñanza y el aprendizaje enactivo y ecológico de las ciencias a partir del abordaje de los discursos en el aula, a través del método STEM en comunidades educativas de contexto vulnerables, desde la perspectiva docente.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. La educación del siglo XXI y los nuevos paradigmas

En la actualidad, es una prioridad la finalidad de democratizar el conocimiento y disminuir las brechas de vulnerabilidad social para fortalecer la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, matemática y tecnología en la inclusión educativa actual en Chile. Del mismo modo, consideramos que la alfabetización científica de la población es un factor crucial para el desarrollo económico de un país, ya que la generación de valor agregado va acompañada de la generación de conocimiento científico, pues para ello requiere acceso a la educación, y requiere de ciertas competencias específicas en determinadas competencias que no necesariamente se desarrollan de manera homogénea en la población. Por tanto, para abordar este tema requiere metodologías específicas para la enseñanza de las ciencias en comunidades en contextos vulnerables, con la diferencia que a partir de este enfoque nos permita relacionar desde un paradigma propio de la complejidad con un enfoque transdisciplinar (De la Torre, 2012); que utiliza teorías ecológico-cognitivas para ofrecer un recurso (STEM) para la innovación curricular en el aula de clases (Videla, Rossel, Bugueño & Urrutia, 2021).

3.2. El paradigma de complejidad en el ámbito educativo

Es relevante considerar el contexto social de nuestros estudiantes como altamente dinámico en el marco de la complejidad para abordar las desigualdades en torno a la formación científica. De modo que como parte de nuestra importante labor debemos comprometernos con los problemas sociales y de entender la realidad social como el resultado de un marco complejo. Por lo cual es necesario buscar nuevas formas de concebir la educación en ciencias y, por ende, reconfigurar el paradigma de cómo se enseña y se aprende. En este mismo sentido, urge promover la capacidad de entender, tomar decisiones y aplicar el conocimiento científico de la ciencia al vivir cotidiano (Morin, 2015).

Por el contrario, durante el siglo XX, a los primeros esfuerzos sistemáticos en torno a la enseñanza de las matemáticas los encontramos en los aportes que realiza el grupo de investigación conformado por Piaget, Beth, Dieudonne, Lichnerowicz, Choquet y Gattegno (1971) pues, siguiendo la tradición Vygostkyana, se dan cuenta que para abordar este tema se debe diseñar una estrategia interdisciplinaria. Razón por la cual, en aquel equipo encontramos miembros que permiten converger diferentes perspectivas desde la psicología, lógica, matemáticas y pedagogía cuyo principal objetivo era fomentar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas.

Ahora, si bien es cierto que ellos inician una actividad científica interdisciplinar, muchas de sus propuestas didácticas se terminan encuadrando en perspectivas lógico-formales, muy alejadas de los problemas cotidianos y contextos cercanos de los estudiantes. Aun así, es importante destacar en ellos que entienden el proceso de la enseñanza de las ciencias y matemática como un fenómeno complejo y multivariable que entiende el aprendizaje como un proceso ascendente hacia la abstracción (Piaget, 1965).

En adelante, y luego de la aparición de estos nuevos paradigmas, la enseñanza de las matemáticas es considerado un producto cultural y parte de los procesos genéricos por medio de los cuales el proceso de escolarización desarrolla la literacidad (Ryve, Nilsson

& Pettersson, 2013). Y, por tanto, aprender ciencias y matemáticas es un proceso de socialización que conlleva a que los alumnos se sumerjan en un mundo donde el uso de diversos sistemas de signos presentados por el profesor son la base fundamental para la resolución de problemas y ejercicios matemáticos (Mercer, 2008). Este proceso de socialización iniciado en la escuela está adscrito a los modos de conocer usados por la comunidad de matemáticos y profesores de matemáticas. El autor (Preiss, 2009) señala que el aprendizaje de las matemáticas en la escuela consiste en un proceso de re-descripción representacional, el cual surge de la movilización de los esquemas de acción hacia nuevos sistemas de signos que son aprendidos en la sala de clases.

3.3 El enfoque transdisciplinar en las escuelas de contextos vulnerables

En sus investigaciones De la Torre (2012) logra identificar los atributos del docente transdisciplinar. Y los clasifica en tres grandes categorías: los referidos a nivel de conciencia creativa como visión, misión, cultura y valor; los referidos al potencial y recursos humanos; y los referidos a un plan estratégico y de acción, es decir, la creatividad como potencial transformador del currículo, y por tanto, en la conciencia de la planificación y acción (De la Torre, 2012). Es justamente dentro de esta categoría en la que se categorizan los atributos relativos a la situación dialógica en la que se encuentra el profesorado y alumnado en la dinámica de interacción en contexto de aula.

En Chile, la evidencia sobre el estudio de las interacciones en clases de matemáticas y ciencias se ha centrado mayoritariamente en el discurso matemático, más que en la interacción comunicativa entre profesores y alumnos (Araya & Dartnell, 2009). Estos estudios sobre discurso y pensamiento matemático en aulas chilenas evidenciaron que la mayor parte del tiempo de clases, el discurso del profesor de matemáticas se preocupa de entrenar destrezas y realizar procesos rutinarios, inhibiendo la movilización de conocimientos y conceptos que generen en el estudiante la oportunidad

de fundamentar, cuestionar y vincular distintas estrategias que garanticen un aprendizaje significativo (Preiss, Larraín & Valenzuela, 2011).

El aprendizaje significativo es un proceso mediante el cual el estudiante logra integrar nuevos conocimientos en su estructura cognitiva de manera coherente y duradera, relacionándolos con saberes previos y dotándolos de sentido personal. Este tipo de aprendizaje no se basa únicamente en la memorización mecánica, sino en la comprensión profunda y en la construcción activa del conocimiento. Según Ausubel, "el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente" (Ausubel, 1983, p. 5), destacando así la importancia del conocimiento previo como base fundamental para un aprendizaje verdaderamente significativo.

Si el objetivo del profesor de matemáticas es que los estudiantes comprendan las matemáticas a partir de una construcción de significado conjunta, debe promover los procesos de comunicación en los cuales el discurso actúe y guíe el significado de los estudiantes (Radovic & Preiss, 2010). A través del estudio realizado por relevantes investigadores (Cornejo, Silva y Olivares, 2011), se reportó que los profesores de educación matemáticas evaluados como destacados, presentan una mayor variedad de formas de presentar los contenidos a los estudiantes, ya ha su vez un alto nivel de lenguaje técnico al presentar el asunto temático.

3.4. La metodología STEM y las ciencias ecológico-cognitivas

La sociedad actual, caracterizada por el cambio, las tecnologías, la información y la comunicación, requiere de nuevas competencias para enfrentar estos desafíos. (Liu, C, Wu, C.-J., Chien, Y.-H., Tzeng, S.-Y., & Kuo, H.-C., 2023). Los estudiantes de educación primaria deben desarrollar competencias para vivir, lo que exige un alto nivel de preparación tecnológica. Se requieren metodologías activas, que fortalezcan el pensamiento crítico, la autonomía, la motivación, la colaboración y la creatividad (Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto., 2019)

La educación STEM sugiere diferentes enfoques de planificación, recursos, necesidades, desafíos de implementación. Esto conllevó que la delimitación de los otros campos en los cuales se emplea STEM, incluyendo además de las categorías comunes, la presencia de las ciencias sociales (psicología, sociología, economía). Sin embargo, STEM dentro de los EE. UU tiene su principal enfoque en las reformas educativas y competitividad global del país (Allen-Platt, C., Park S., Oh J., & Boruch R., 2020).

Del mismo modo, un estudio de la Universidad de Oxford (Frey & Osborne, 2013) sobre las 702 ocupaciones catalogadas por el Departamento del Trabajo de EE. UU., estima que la mitad de las ocupaciones están en alto riesgo de automatizarse en los próximos 10 a 20 años. Nuevos currículos para enseñanza básica y media en todo el mundo hablan de concentrarse en prácticas y habilidades para aprender a construir modelos, tanto físicos, biológicos, computacionales y matemáticos; plantean integrar las ciencias y dejar de aprenderlas por separado, lo que se denomina STEM (Aguayo, C., Videla, R., López-Cortés, F., Rossel, S., Ibacache, C., 2023)

Para realizar una investigación en torno a innovación curricular en las enseñanzas de las ciencias y las matemáticas, a través del método STEM fue necesario revisar previamente las diversas metodologías se han desarrollado para favorecer las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (Khine, M. S., & Areepattamannil, S., 2019) Como se muestra en la Tabla 1, una comparación de las características entre enfoques funcionalista y enactivo. Esto nos ha permitido identificar los aspectos relevantes para la formación docente que puedan orientar el tránsito de paradigma desde un enfoque tradicional a uno enactivo.

Tabla 1: Comparación entre enfoque tradicional y enactivo

Enfoque tradicional	Enfoque enactivo
Verdades objetivas	Situaciones Intersubjetivas
Comportamiento ritualizado	Desenvolvimiento cotidiano
Objetivismo	experiencialismo
Lineal	No lineal
Reduccionismo	Realismo existencial
Memorización	Transferencia
Pensamiento Lógico	Pensamiento Creativo
Repetición mecánica	Compromiso material
Pensamiento Formal	Pensamiento Crítico
Contenidos fragmentados	Intencionalidad perceptual
Intrapersonal	Interpersonal
Modelo educativo-parcializada	Modelo educativo vinculante

Fuente: Elaboración propia (2023).

Para que el entorno de aprendizaje STEM pueda transformarse en un escenario generador de experiencias de aprendizaje significativos para los profesores, éstos deben desprenderse del paradigma funcionalista que está a la base del currículo nacional. Bajo esta metodología STEM, el cual es más dinámico del aprendizaje como lo es la ecología cognitiva. Unas de las metodologías en ciencias que ha presentado mayor interés en la implementación de entornos educativos ecológicos es STEM Education (Bybee, 2013). La experiencia STEM muestra que la integración a través de las representaciones y materiales no es espontáneamente realizada de manera individual por los estudiantes, sino que más bien colectiva en base a la cooperación. También evidencia que los estudiantes pueden transferir estrategias, conocimientos y habilidades a nuevas situaciones articulando sus experiencias cotidianas con los asuntos temáticos de las disciplinas.

Desde la metodología STEM, subyace el nuevo enfoque del significado en ciencias el cual surge de una alta encarnación de las experiencias situadas en el contexto. En el caso de las matemáticas, la metodología STEM reemplaza la idea que se tiene de ésta como verdad objetiva e independiente de la mente humana, por una basada en hechos y dependiente entre el organismo y el contexto de quien las vive. A partir de esto, el aprendizaje corresponde a una configuración histórica

de acoplamientos estructurales entre el ser humano y la cultura, de modo que una educación en ciencias basada desde la ecología cognitiva debe permitir encarnar el significado a través de la articulación de la experiencia cotidiana con los conceptos abstractos, generando diversos entornos de acción producto del diálogo con otras disciplinas. Estos fundamentos de la cognición encarnada permiten dar cuenta de una ecología cognitiva en el sentido que la experiencia es modulada por sistemas corporales en tanto despliegan movimientos coordinados en y con el contexto (Maturana, 1990).

4. METODOLOGÍA

Tradicionalmente los problemas sociales relacionados con fenómenos educativos han sido estudiados desde un enfoque cuantitativo, bajo aquella lógica suponemos una realidad lineal, simplificada y reduccionista que no da acceso a la comprensión de aquellos fenómenos (Morin, 2015). A lo largo de la historia académica, la investigación científica ha experimentado una evolución en cuanto a paradigmas de investigación, pues un paradigma se define como marcos teórico-metodológicos que son utilizados por el investigador para interpretar los fenómenos sociales en un determinado contexto (Vasilachis de Gialdino, 1997).

En la década de los setenta el investigador Bateson (2002) señalaba la importancia de entender la realidad social desde un punto de vista que logre integrar las múltiples versiones del mundo que la constituyen, es por ello por lo que el espacio dialógico que proporciona un enfoque cualitativo nos permitirá transitar entre las diferentes intersubjetividades. Así, la naturaleza interpretativa de la realidad da cabida a posibles variantes en continua evolución sin una verdad única, permite mayor flexibilidad y tolerancia ante la crítica constructiva, valorando y la diversidad de respuestas y atendiendo a las palabras y acciones de las participantes que fueron estudiados (Strauss & Corbin, 2002). Del mismo modo el biólogo chileno (Maturana, 1990) incorporan en sus investigaciones una visión de mundo que amplía el horizonte de expectativas pues se permite escuchar las historias de nuestro vivir cotidiano.

Esta investigación se corresponde con el paradigma interpretativo (Ricoeur, 2006) y su foco central es describir y analizar la dinámica de enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en los discursos en el aula, a través del método STEM en comunidades educativas de contexto vulnerables. Los contextos vulnerables hacen referencia a entornos donde las personas enfrentan condiciones de riesgo y desventaja social, económica o cultural que limitan su desarrollo y bienestar. Estos contextos suelen caracterizarse por la pobreza, la exclusión social, la falta de acceso a servicios básicos y la desigualdad educativa. Según Bronfenbrenner (1987), el desarrollo humano está influenciado por el entorno en el que las personas interactúan, y en contextos vulnerables, las oportunidades de crecimiento pueden verse afectadas por factores estructurales y sistémicos que perpetúan la desigualdad. Por ello, es fundamental diseñar estrategias que permitan la inclusión y el acceso equitativo a recursos esenciales.

El enfoque metodológico de esta investigación cualitativa permite describir e interpretar la realidad social de una forma integral, y contempla el contexto en su forma natural con el propósito de atender las diferentes perspectivas existentes (Bisquerra et al, 2014). El presente estudio es de un enfoque cualitativo de corte secuencial bajo un diseño de estudio de caso que surge de un paradigma interpretativo centrándose en comprender la experiencia de aprendizaje del profesorado a partir de sus discursos en el entorno ecológico cognitivo STEM, pertenecientes a los terceros y séptimos básicos de las escuelas públicas. Esta investigación se apoya en la construcción de representaciones semánticas de los fenómenos estudiados, mediante el análisis de textos, y la recogida de puntos de vista detallados de los informantes en su entorno natural (Creswell, 2009). Particularmente, nuestra investigación estudió al profesorado durante sesiones de clases completas, con el objetivo de describir las interacciones y el discurso en el aula, pertenecientes a cursos de tercero y séptimo básico de escuelas públicas en contextos vulnerables de la IV región de Coquimbo, Chile.

El análisis de los datos se realizó bajo un proceso de

Los datos se recogieron a través de entrevistas semiestructuradas y observaciones de manera que podamos registrar la dinámica de la interacción dentro del aula, permitiendo recabar información a través de las experiencias de aprendizaje y percepciones que vivenciaron los profesores de dichas escuelas (Díaz, 2010). El tipo de procedimiento de muestreo del entorno ecológico del enfoque STEM será bajo un muestreo no probabilístico seleccionando a los participantes a través de un procedimiento de muestreo por criterio, es decir según los fines de la investigación pues se contó con la participación de cinco escuelas públicas (Kalpokaite & Radivojevic, 2019).

La categoría cuyo nombre es de Dinámica Aula de clases (ver Figura 1) pues circunscribe el escenario en donde se suscita la interacción comunicativa. Este escenario organiza la estructura de la clase en el cual el profesorado planifica los tiempos de su despliegue pedagógico. Esta categoría está compuesta de los siguientes códigos: activación de conocimientos; declaración de instrucciones de la temática a tratar; identificación del inicio del desarrollo de la clase; promueve razonamiento lógico; formalización de la regla a través de inducción; pregunta clave que intenciona el logro del objetivo de la clase; explicación de la regularidad planteada en el objetivo de la clase; y, síntesis del objetivo de aprendizaje.

```

graph TD
    A[Identificación del inicio del desarrollo de la clase] -- ES PARTE DE --> B[Declaración de instrucciones de la temática a tratar]
    B -- ES PARTE DE --> C[Activación de conocimientos]
    C <--> |ESTÁ ASOCIADO CON| D[Pregunta gatillante]
    D -- ES PROPIEDAD DE --> E[Explicación del objetivo de la clase]
    E -- ES PARTE DE --> F[Síntesis del objetivo de aprendizaje]
    F <--> |ESTÁ ASOCIADO CON| G[Formalización de la regla a través de inducción]
    G <--> |ESTÁ ASOCIADO CON| H[Razonamiento lógico]
    H -- ES PARTE DE --> I[Dinámica Aula de clases]
    H <--> |ESTÁ ASOCIADO CON| B
  
```

A continuación, se presentan algunos ejemplos que se analizaron a partir del procedimiento de codificación fue llevado a cabo utilizando el software Polimnia 50 y los códigos que aparecen en la red de relaciones semántica Dinámica Aula de clases (cf. Figura 1) como resultado del procedimiento de codificación abierta.

Pregunta gatillante: En este código el profesorado intenciona con alguna pregunta activadora los objetivos

de aprendizaje que serán tratados. Es una pregunta considerada 'Clave'. Que intenciona el logro del objetivo de la clase. P 1:18 [Fíjense bien en los productos, ahora si les pregunto ¿cuál es la relación hay entre los factores y el producto de cada multiplicación?] (103:105).

Activación de conocimientos: Como parte de la estructura formal de la secuencia didáctica se espera que los profesores realicen al inicio de la clase una activación de conocimientos con el fin de preparar la realización de la clase. P 1:11 [Ya. Observen la regla. Se dan cuenta que el tamaño de la hormiga está casi en la mitad de 0 y 1. Bien. Supongamos que esta hormiga es mirada con una lupa, y esta lupa agranda medidas al doble. ¿Cuánto mediría con la lupa una hormiga que mide inicialmente 0,4 cm?] (30:61).

Promueve razonamiento lógico: Este código se utiliza para identificar la forma como el profesorado a través de sus estrategias didácticas espera promover el razonamiento lógico involucrado en las operaciones matemáticas. P 1:35 [Ya. Observen la regla. Se dan cuenta que el tamaño de la hormiga está casi en la mitad de 0 y 1. Alumnos: ah verdad. Profesora: ¿a qué cantidad corresponde?] (30:35).

Inicio del desarrollo de la clase: En este código los profesores dan comienzo formalmente al inicio de la clase, lo cual no necesariamente ocurre al momento al inicio de la secuencia regular de la secuencia didáctica. P 1:12 [Ok. Empezaremos con la clase de hoy. Existen tres casos de multiplicación de números decimales por naturales.] (65:66).

Síntesis del objetivo de aprendizaje: Al finalizar la clase se espera que el profesorado realice una síntesis de lo que se ha realizado durante la jornada con el fin de consolidar los conocimientos y prepararlos para los contenidos que vendrán. P 1:31 [Para multiplicar números decimales por números naturales, deben multiplicar igual que fuera un producto de números naturales, pero al final, le agregan una coma, según cuántos decimales tengan los números decimales, contando de derecha a izquierda.] (144:150).

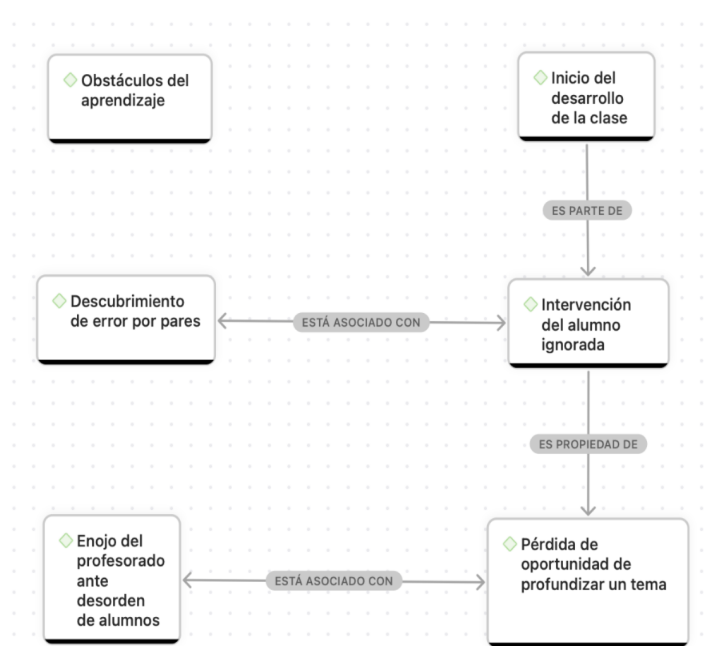
Explicación del objetivo de la clase: En este código los profesores deben explicitar la importancia de observar

las regularidades propias de la regla aritmética que se está tratando. P 1:20 [Es que es multiplicar números decimales por números naturales, y los decimales aumentan de ceros.] (110:112).

Formalización de la regla a través de inducción: Luego de describir la temática de la clase y realizar ejercicios mecánicos se espera que se formalicen reglas generales con el propósito que puedan ser utilizados en otros contextos. P 1:23 [Profesora: ¿cuántas cifras decimales tiene 0,4? ¡Una!, ¿cuántas cifras decimales tiene 0,04?, ¡dos!, ¿cuántas cifras decimales tiene 0,004?, tres.] (127:129).

Se le ha asignado el nombre de Obstáculos del aprendizaje (ver Figura 2) pues en esta categoría se contemplan los siguientes códigos: Inicio del desarrollo de la clase, Descubrimiento de error por pares, Intervención del alumno ignorada, Pérdida de oportunidad de profundizar un tema, y Enojo del profesorado ante desorden de alumnos.

Figura 2: Obstáculos del aprendizaje



Fuente: Elaboración propia (2023).

Descubrimiento de error por pares: Este código se utiliza cuando entre los propios alumnos se realizan

correcciones con el fin de ayudarlos. P 11:57 [Valeska: te equivocaste, no consideraste la reserva.] (237:237).

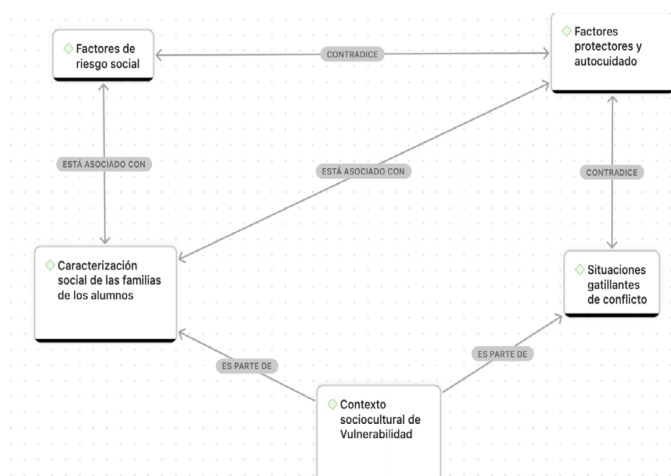
Intervención del alumno ignorada: En este código se particularizan las ocasiones en la cual el profesorado no detiene la secuencia de la progresión de los contenidos para responder una pregunta del alumnado. P 1:1 [señorita se da cuenta que siempre que nos enseña una nueva materia parte por la multiplicación.] (22:23).

Pérdida de oportunidad de profundizar un tema: En este código nos permite identificar momentos en que se privilegia la continuidad de una secuencia de la progresión de los contenidos que maximizar oportunidad de profundizar un tema a partir de una pregunta. P 1:87 [Si, pero ahora estamos viendo decimal por natural.] (198:198).

Enojo del profesorado ante desorden de alumnos: En este código libre se particularizan los momentos de ofuscación y enojo por parte del profesorado ante la ruptura de las secuencias de la progresión de los contenidos. P 1:74 [Miguel: ¡ahh, pucha o! Siempre los mismos (golpea con el pie la mesa).] (353:354).

Se le asigna el nombre de Contexto sociocultural de Vulnerabilidad (ver Figura 3), pues en esta categoría se contempla los siguientes códigos: Factores de riesgo social, Caracterización social de las familias de los alumnos, Factores protectores y autocuidado, y Situaciones gatillantes de conflicto.

Figura 3: Contexto sociocultural de Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia (2023).

A continuación, se presentan algunos ejemplos referidos a los códigos que aparecen en la red de relaciones semántica Contexto sociocultural de Vulnerabilidad (cf. Figura 3) como resultado del procedimiento de codificación abierta. A continuación, se presentan los códigos abiertos y citas relevantes.

Factores de riesgo social: Este código hace referencia a factores de riesgo tales como: stress, miedo al contagio, incertidumbre, desmotivación, síntomas de anhedonia, síndrome de burnout y cambio en los ciclos de sueño. Además, no es un temor relacionado con inestabilidad laboral sino por encierro, miedo al contagio, y a la conciencia de no poseer habilidades que le permitan abordar las exigencias del contexto. P 13:23 [un poco estresante ya que la misma situación de pandemia y cuarentena causa un grado de estrés por el miedo al contagio] (88:90).

Caracterización social de las familias de los alumnos: Este código nos permite caracterizar las comunidades de contextos vulnerables del alumnado. Dentro de los cuales una de las características que más señaladas por los participantes fue la falta de recursos para acceder a los requerimientos básicos que permitan abordar la dinámica de aula de manera presencial y on line. P 2:21 [No todos los estudiantes cuentan con los recursos para tener la conectividad que se requiere para los aprendizajes on line, la mayoría de nuestros hogares pertenecen a familias vulnerables] (132:135).

Factores protectores y autocuidado: Este código nos permite identificar factores que facilitan la interacción dentro de las comunidades de contextos vulnerables del alumnado, como la buena disposición para resolver conflictos de modo confrontacional. P 13:25 [hay que tratar de calmar los ánimos y tratar de no ir al choque y enfrentarse para no crear conflictos familiares.] (91:92).

Situaciones gatillantes de conflicto: Este código nos permite identificar situaciones que gatillan conflicto dentro las comunidades de contextos vulnerables del alumnado. P 3:13 [En algunos casos falta de comunicación entre padres- hijos, existe en nuestro colegio el comité de convivencia escolar quién está atento en estas situaciones de nuestros estudiantes y sus

familias en relación con la resolución de problemas.] (93:96).

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En torno a las características que tiene el escenario de interacción comunicativa en contexto de aula, a partir del corpus se pudo identificar en un primer nivel de análisis los códigos más relevantes. En este caso, se entiende por relevantes aquellos códigos que emergen con mayor frecuencia y densidad en el discurso, y que presentan una alta capacidad explicativa respecto de las dinámicas interaccionales observadas. Su relevancia no solo radica en su frecuencia, sino también en su profundidad interpretativa, es decir, en el grado en que permiten comprender patrones comunicativos, relaciones de poder simbólico, intenciones pedagógicas y formas de participación del estudiantado y del profesorado en el proceso formativo. Estos códigos se constituyen en categorías significativas porque articulan elementos estructurales y contextuales que inciden directamente en la construcción del sentido pedagógico del intercambio comunicativo en el aula. Por tanto, su identificación resulta clave para avanzar hacia una interpretación más comprensiva y crítica del entramado discursivo que configura las prácticas educativas cotidianas. Entre estos destacan la activación de conocimientos previos, la identificación del inicio del desarrollo la clase, la promoción del razonamiento lógico, la formalización de la regla a partir de inducción y el cierre de la clase. Luego se agruparon todos estos códigos en una categoría de mayor abstracción a la cual se le denomina Dinámica Aula de clases.

Además, en la Figura 1 'Dinámica Aula de clases' podemos apreciar que el inicio de la clase no es declarado por la profesora, es más bien invisibilizado, pero se asume que está a través de la activación de conocimientos previos por medio de la performance de la metáfora en su discurso pedagógico. Luego el desarrollo de la clase es explicitado por una declaración pública del profesor donde les comunica a los alumnos que ahora comienza la clase, incita a los estudiantes mediante el uso de interrogaciones que tienen que ver

con ejercicios de inducción para formalizar la regla del procedimiento de multiplicación de números decimales.

En el cierre de la clase, el profesorado cautela que tanto la mecánica del procedimiento de la operación y la comprensión del significado de la operación hayan sido aprendidas. Para esto realiza una síntesis de lo tratado, retomando el objetivo de aprendizaje presentado públicamente al inicio con los diferentes hitos presentados en el desarrollo de la clase.

Por tanto, se pudo caracterizar cómo los profesores logran articular la experiencia de aprendizaje en sus estudiantes con los nuevos contenidos a tratar, puesto que se busca describir la manera en que la profesora vincula distintas experiencias de los estudiantes con el objetivo de aprendizaje a desarrollar, los códigos más representativos extraídos del corpus corresponden a la recapitulación temática, utilización de recursos didácticos para motivar el aprendizaje, conceptualización formal a partir de la validación de los alumnos, concatenación de respuestas de los alumnos para el despliegue de nuevas preguntas y corrección de respuestas.

En un segundo lugar y como elemento nuclear de la articulación temática, la reflexión juega un rol importante en el aprendizaje a partir de las respuestas y resultados que emiten los alumnos. Esto consiste en que el aprendizaje, vaya conectando los conocimientos tratados en la clase anterior y engarzando los nuevos conocimientos para el logro del objetivo del aprendizaje propuesto. Acá la reflexión de los aprendizajes que estimula la comprensión conjunta del conocimiento se puede describir cuando el profesor "demuestra capacidad para entender cómo influyen sus propias decisiones pedagógicas tanto en los aspectos logrados como no logrados por los alumnos. Además, entrega una retroalimentación específica y útil para que éstos mejoren sus aprendizajes" (DocenteMás, 2013:5).

Respecto a la Figura 2, 'Obstáculos del aprendizaje', nos muestra que el uso de la recapitulación temática es fundamental para articular las experiencias y conocimientos previos que traen consigo los alumnos. Para esto es fundamental el uso de interrogaciones

sucesivas por la profesora, ya que si no las utiliza lo más probable es que el conocimiento a construir por los alumnos quede a mera información desprovista de sentido. Cuando la profesora utiliza la expresión: ¿qué creen ustedes? Piensen sobre lo que hicimos ayer, está requiriendo que los estudiantes acudan a su memoria de largo plazo para traer los contenidos anteriores sobre el uso específico de la regla. Luego cuando dice: [¿cómo saber dónde agrego la coma?, ¿de qué va a depender?], está incitando públicamente a co-construir el conocimiento formal de la regla que permite multiplicar un número decimal por un número natural. Aquí la articulación temática del aprendizaje es generada también por el uso de interrogaciones por la profesora que facilita la reflexión de los estudiantes por medio del despliegue de sus experiencias previas sobre el contenido, las cuales son colocadas al servicio del nuevo conocimiento.

Finalmente, en torno a la dinámica que caracteriza la interacción dialógica del aprendizaje, se pudo establecer que respecto a la pregunta sobre la dinámica que caracteriza la interacción pedagógica, una vez codificado el corpus, los códigos de promoción de la resolución mecánica de ejercicios, razonamiento inductivo, valoración del uso de distintas estrategias de resolución, intención de expectativas, atención y concentración, ejercitación mecánica y uso de diversos tropos retóricos, entre otros fueron aglutinados a la categoría creada de dinámica de la interacción pedagógica. Se consideró esta conceptualización para la categoría, ya que aquí se da cuenta de cómo la profesora durante el desarrollo de la clase utiliza un conjunto de recursos semióticos para atraer la atención y concentración de los estudiantes, con el objetivo de hacer que los estudiantes aprendan.

Una dinámica de interacción pedagógica eficaz y utilizada por los profesores destacados, se logra aquí cuando la profesora “explica contenidos o procedimientos usando estrategias que promueven una comprensión acabada por parte de los alumnos; formula preguntas de calidad que favorecen el desarrollo de habilidades superiores de pensamiento en éstos y aprovecha sus intervenciones para clarificar y profundizar sus conocimientos. Asimismo, demuestra un buen manejo de las estrategias metodológicas y conocimientos que

favorecen el aprendizaje de aspectos propios del sector” (DocenteMás, 2013: 6).

A partir de la Figura 3. Red de relaciones semánticas ‘Contexto sociocultural de Vulnerabilidad’ podemos describir dos aspectos importantes de la dinámica de la interacción pedagógica realizada en el desarrollo de clase desde las citas anteriormente señaladas. El primero hace alusión a la mecanización del asunto temático, que en este caso hace referencia al aprendizaje de la regla del procedimiento para multiplicar números decimales por números naturales. En este caso la profesora cautela que los alumnos automaticen los procedimientos aritméticos a partir de una revisión continua de cada una de las contribuciones de los alumnos. Aquí la profesora está atenta a cada intervención de los alumnos generando un espacio dialógico caracterizado por un flujo de intercambio de impresiones.

7. CONCLUSIONES

Uno de los aspectos más importantes que se ha podido identificar, es la dinamización del contenido temático. Este aspecto hace referencia al despliegue y presentación de un conjunto de recursos semióticos que permiten captar la atención y participación conjunta de los alumnos mediante el uso de tropos retóricos. Cuando la profesora recoge las diversas impresiones de cómo sus alumnos realizan la operatoria, su énfasis está en la co-construcción conjunta de la conceptualización del procedimiento. Al revisar las respuestas erradas como oportunidades de aprendizaje y las respuestas correctas como recursos metacognitivos, despliega distintas formas de hacer entender a sus alumnos el significado de la operación. A este uso particular del discurso se le denomina ostensión.

Además, podemos apreciar en las redes semánticas que cuando necesita articular los conocimientos previos de los alumnos con los conocimientos nuevos, utiliza analogías e interrogaciones que le permitan fortalecer la construcción de la comprensión conjunta de significados. Particularmente en este caso, el profesor dinamiza su accionar didáctico, por una parte, logra a

través del razonamiento inductivo y deductivo lograr que sus alumnos aprendan la regla de la multiplicación de números decimales por naturales y por otra se preocupa de que los alumnos conceptualicen el procedimiento a través de la construcción conjunta de la definición formal de la regla.

Finalmente, en la sociedad actual, caracterizada por el cambio, las tecnologías, la información y la comunicación, requiere de nuevas competencias para enfrentar estos desafíos. Los estudiantes deben desarrollar competencias para vivir y trabajar en puestos que aún no existen. Se requieren metodologías activas, que fortalezcan el pensamiento crítico, la autonomía, la motivación, la colaboración y la creatividad.

El problema ha sido que en Chile la innovación curricular en las mallas de pedagogía, no hay espacio para la comprensión profunda del conocimiento, dado que sigue atrapada en el entramado simbólico y monolítico de la enseñanza asignaturista. Generalmente, el profesorado de enseñanza básica debe gastar mucho tiempo planificando y diseñando clases para todas sus asignaturas, no obstante, bajo el enfoque de diseño corporeizado de percepción-acción STEM, éstos pueden

generar una planificación dinámica que rompa con los límites inmanentes de cada disciplina haciendo circular el conocimiento y contribuyendo así al aprendizaje profundo desde la integración curricular (Pellegrino & Hilton, 2012).

En el marco de la presente investigación, nuestro objetivo fue comprender la enseñanza y el aprendizaje enactivo y ecológico de las ciencias en los discursos en el aula, a través del método STEM en comunidades educativas de contexto vulnerables, desde la perspectiva docente.

Por tanto, como parte de las actividades relativas a la investigación durante el curso 2021-2022, la primera de ellas fue acceder al campo mediante un acercamiento al contexto de las escuelas, los espacios educativos y los actores participantes. Se realizaron reuniones de coordinación semanal de investigación con los directivos de las escuelas. Luego, a partir de un diseño etnográfico se realizaron observaciones de campo permitiendo un sondeo de intereses y motivaciones de estudiantes y profesores según objetivos de aprendizajes y cobertura curricular. Además, se obtuvo una descripción de la interacción profesor alumno en contexto de aula.

Referencias bibliográficas

Allen-Platt, C., Park S., Oh J., & Boruch R. (2020) Attrition of K-12 STEM Teachers in Pennsylvania: From 2011/2012 to 2017/2018. Education Research and Evaluation Scholar Award from the Pennsylvania Department of Education. USA.

Aguayo, C., Videla, R., López-Cortés, F., Rossel, S., Ibañeta, C. (2023) Ethical enactivism for smart and inclusive STEAM learning design. *Heliyon*, Volume 9, Issue 9, e19205, ISSN 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19205>.

Araya, R. (2016). STEM y Modelamiento Matemático. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 291-317.

Araya, R. y Dartnell, P. (2009). Saber pedagógico y co-

nocimiento de la disciplina matemática en docentes de educación general básica y media. Ministerio de Educación, Departamento de Estudios y Desarrollo. Santiago, Chile.

Ausubel, DP (1983). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Trillas.

Bateson, G. (2002). Espíritu y naturaleza. Amorrortu editores.

Bisquerra, R., Pérez-González, J. C., y García Navarro, E. (2014). Inteligencia emocional en la educación. Madrid: Síntesis

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education. Challenges and opportunities. NSTA press.

Bronfenbrenn. (1987) La ecología del desarrollo humano: Experimentar la naturaleza y formación del com-

portamiento humano. Paidós.

Bugueño, H., Rossel, S., y Videla, R. (2021). Diseño e implementación del entorno educativo STEM en estudiantes de tercer año básico: abordaje enactivo y ecológico de la experiencia de aprendizaje. *Revista REXE* (Scielo), Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile.

Castillo, E., (2015). Software cualitativo para la codificación de textos desde una perspectiva de la metodología cualitativa. Memoria para optar al título de Ingeniero en Computación, Universidad de La Serena.

Cornejo, C., Silva, D. y Olivares, H. (2011). Microgénesis de la enseñanza: zoom en el modo en que los profesores presentan contenidos disciplinarios. Investigación realizada en el marco de la Evaluación Docente en Chile, pp.195-197.

Creswell, JW (2009). *Diseño de investigación: enfoques cualitativos, cuantitativos y de métodos mixtos* (3ª ed.). Thousand Oaks, CA: Salvia.

Dávila, X., & Maturana, H. (2021). La revolución reflexiva: Una invitación al encuentro con lo humano. Santiago: Escuela Matriztica de Santiago.

De la Torre, Saturnino (2003). *Dialogando con la creatividad*. Barcelona: Octaedro.

Díaz E. *Las grietas del control. Vida, vigilancia y caos*. Buenos Aires: Biblos; 2010.

DocenteMás (2013). Informe de resultados del sistema de evaluación del desempeño profesional Docente emanado por el Ministerio de Educación de Chile hacia las escuelas públicas. Santiago De Chile.

Frey, C.B. y Osborne, M.A. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* Working Paper, Oxford Martin School, University of Oxford, 77 pages.

Hutto, D., Kirchoff, M. y Abrahamson, D. (2015). *The Enactive Roots of STEM: Rethinking Educational Design in Mathematics*, submitted to Educational Psychology.

Kalpokaite, N., y Radivojevic, I. (2019). *Demystifying*

Qualitative Data Analysis for Novice Qualitative Researchers. *The Qualitative Report*, 24(13), pp. 44-57.

Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (2019). *STEAM Education: Theory and Practice*. STEAM Education: Theory and Practice (pp. 1–188). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>.

Liu, C.-Y., Wu, C.-J., Chien, Y.-H., Tzeng, S.-Y., & Kuo, H.-C. (2023). Examining the quality of art in STEAM learning activities. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 17(3), 382–393. <https://doi.org/10.1037/aca0000404>.

Maturana, H. (1990). Emociones y lenguaje en educación y política. En: www.matriztica.cl/wp-content/.../Emociones-y-Lenguaje-en-Educacion-y-Politica.pdf (consultado: 11/05/2024).

Mercer, N. (2008). The seeds of time: Why classroom dialogue needs a temporal analysis. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), pp. 33–59.

Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2021). *Estándares orientadores para el desempeño profesional docente y para los programas de formación docente inicial*. Santiago: Unidad de Formación Inicial Docente.

Montenegro, M. (2016). *Diseño efectivo de lecciones STEM integradas*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Montenegro, W. (2016). Saber estudiar con las técnicas y estrategias del método holístico y la PNL. Saber estudiar es la clave para poder obtener resultados exitosos. *Cultura*, 30, 173-224. En https://www.revistacultura.com.pe/revistas/RCU_30_saber-estudiar-con-las-tecnicas-y-estrategias-del-metodo-holistico-y-la-pnl.pdf. (Consulta: 15/05/2024)

Morin, E. (2015). *Enseñar a vivir. Manifiesto para cambiar la educación*. Buenos Aires, Nueva Visión.

Piaget, J. (1965). *Las estructuras matemáticas y las estructuras operativas de la inteligencia*. Editorial Aguilar. Madrid.

Piaget, J; Beth, E. W.; Dieudonne J.; Lichnerowicz; Choquet G., Gattegno G. (1971). *La enseñanza de las mate-*

máticas, Aguilar S. A. ediciones, España.

Pellegrino, J., & Hilton, M. (2012). *Education for life and work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century* (. Washington DC: National Research Council: The National Academies Press.

Preiss, D. (2009). The Chilean instructional pattern for the teaching of language: A video- survey study based on a national program for the assessment of teaching. *Learning and Individual Differences*, 19, pp. 1-11.

Preiss, D., Larraín, A. y Valenzuela, S. (2011). Discurso y pensamiento en el aula matemática chilena. *Revista Psykhe*, Vol. 20, N° 2, pp. 131-146.

Radovic, D. y Preiss, D. (2010). Patrones de discurso observados en el aula de matemática de segundo ciclo básico en Chile. *Psykhe*, 19(2), pp. 65-79.

Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1156). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>.

Ricoeur, P. (2006). *Teoría de la interpretación*. Siglo XXI editores, Madrid.

Ryve, A., Nilsson, P., Pettersson, K. (2013). Analyzing effective communication in mathematics group work: The role of visual mediators and technical terms. *Educational Studies in Mathematics*, pp.82, 497-514.

Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la Investigación Cualitativa*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Vasilachis de Gialdino I (1997) *La construcción de representaciones sociales: el discurso político y la prensa escrita*. Barcelona: Gedisa.

Varela, F. Thompson, E. Rosch, E. (1991) *The embodied mind: Cognitive science and human experience*.

Videla Reyes, R., Bugueño Egaña, H., & Urrutia, C. (2021). Diseño e implementación del entorno educativo STEM en estudiantes de tercer año básico: abordaje enactivo y ecológico de la experiencia de aprendizaje. *REXE-Revista De Estudios Y Experiencias En Educación*,

20(44), pp. 408–427. En <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.023>. (Consulta: 01/05/2024)

Videla Reyes, R. A., Leyton García, G., & Rossel Salas, S. (2017). The classroom as a complex system: towards a formalization of the organization life in the classroom. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 3(2), 109–117. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2017.v3i2.3062>