



Universidad de Valladolid



CAMPUS PÚBLICO
MARÍA ZAMBRANO
SEGOVIA

Análisis de la Metodología STEM a través de la percepción docente

Máster de investigación en Ciencias Sociales

Alumno: Ignacio Pastor Sánchez

Tutores: Cristina Gil Puente y José María Marbán Prieto

INDICE

1. Introducción.....	6
2. Objetivos de la investigación.....	6
3. Justificación	7
4. Marco teórico.....	9
4.1 Metodología stem	9
4.1.1 Aprendizaje interdisciplinar	9
4.1.2 Educación STEM.....	18
4.1.3 Proyecto STEM4MATH	20
4.2 Bases metodológicas	22
4.2.1 Metodologías activas	23
4.2.2 Aprendizaje basado en proyectos	24
4.2.3 Enseñanza para la comprensión.....	26
4.2.4 Aprendizaje basado en problemas	28
4.2.5 Aprendizaje cooperativo.....	32
4.2.6 Matemáticas realistas.....	36
4.2.7 El método científico.....	38
4.2.8 Metodología en el Proyecto STEM4MATH	40
5. Marco metodológico.....	46
5.1 Paradigma interpretativo	46
5.1.1 Definición de Paradigma interpretativo.....	47
5.1.2 Características de la investigación cualitativa	49
5.1.3 Antecedentes históricos	51
5.1.4 Validez, confiabilidad y muestreo	52
5.2 Tecnicas e instrumentos de recogida de datos: la entrevista y la obervacion participante	53

5.2.1 La entrevista	54
5.2.2 Observación participante	62
5.3 Metodo de análisis: el análisis de contenido	63
5.3.1 Conceptualización del Análisis de Contenido	63
5.3.2 Componentes del Análisis de Contenido.....	65
5.3.3 Tipologías del análisis de contenido clásico.....	67
5.3.4 Análisis de Contenido cualitativo.....	68
5.4 Cuestiones eticas	70
5.5 Criterios de rigor.....	71
6. Resultados.....	73
6.1 ¿Qué es STEM/CTIM?: la definicion según los docentes.....	73
6.2 ¿Cómo enseñan los docentes en el aula?.....	76
6.3 ¿Dónde se encuentra el obstáculo?.....	85
6.4 El legado de la metodología tradicional en las matemáticas.....	91
7. Conclusiones y consideraciones finales	93
7.1 Conclusiones.....	93
7.2 Consideraciones finales	95
8. Referencias bibliográficas	96
9. Anexos.....	96
9.1 Anexo I: cuestionario.....	100
9.2 Anexo II: entrevista	101
9.3 Anexo III: fichas de observación.....	104

Índice de figuras

Figura 1: Campos de operacionalización de la interdisciplinariedad y sus ángulos de enfoque.	13
Figura 4: Relaciones entre los niveles curricular, didáctico y pedagógico	17
Figura 5: Modelo didáctico interdisciplinario: modelo CODA.....	18
Figura 6: Etapas del método científico	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diferenciación entre interdisciplinariedad científica y escolar	14
Tabla 2: Tres concepciones de la función de la interdisciplinariedad científica	16
Tabla 3: Cuadro comparativo de los modelos de aprendizaje basado en problemas de Del Pozo (2009), Prieto et al. (2006) y Wood (2003).	31
Tabla 4: Ejemplo de pauta para la evaluación del funcionamiento del grupo. Tomado de Pujolàs (2003) adaptado de Putnam (1993).....	34
Tabla 5: Principios fundamentales de las Matemáticas Realistas	37
Tabla 6: Participantes entrevistados	57

RESUMEN

La presente investigación pretende analizar la implementación de la metodología STEM a través de la percepción y la praxis de los docentes. La metodología STEM se encuentra relacionada con otras metodologías activas como Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Basado en Proyectos. Concretamente este proyecto se encuentra relacionado con el proyecto STEM4Math, proyecto cuyos pilares metodológicos se basan en el Aprendizaje Basado en Problemas y las Matemáticas Realistas. La metodología de este proyecto se centra en la realización de entrevistas a docentes y la observación participante para obtener los datos necesarios y analizarlos. Se llevará a cabo un Análisis de Contenido Cualitativo. Como conclusión destacar que la implementación de la metodología STEM en España se encuentra en proceso pero elementos como el factor humano y el factor legal perjudican este proceso.

ABSTRACT

This research aims to analyze the implementation of the STEM methodology through the perception and practice of teachers. The STEM methodology is related to other active methodologies such as Problem-Based Learning, Cooperative Learning, Project Based Learning, etc. Specifically, this project is related to the STEM4MATH project, research whose methodological pillars are Problem-Based Learning and Realistic Mathematics. The methodology of this project focuses on conducting interviews with teachers and participating observation to obtain the necessary data. As for the analysis, a Qualitative Content Analysis will be conducted. As a conclusion, the implementation of the STEM methodology in the classroom is in process, but elements such as the human and legal factors are damaging to this process.

PALABRAS CLAVE/ KEYWORDS

STEM, Educación interdisciplinar, Metodologías activas, Aprendizaje Basado en Problemas, Matemáticas Realistas.

STEM, Interdisciplinary Education, Active Methodologies, Problem Based Learning, Realistic Mathematics.

1. INTRODUCCIÓN

Las metodologías activas se encuentran en pleno auge dentro de las metodologías empleadas dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. Entre estas se encuentra la metodología STEM, una metodología que pretende realizar proyectos interdisciplinarios entre las disciplinas de Ciencias, Matemáticas, Ingeniería y Tecnología. Esta metodología se relaciona con otras metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Aprendizaje Basado en Proyectos, etc.

Se han realizado varios proyectos que proponen diferentes actividades basadas en metodología STEM, como por ejemplo el “Proyecto Matemáticas y Ciencia para la vida”, en el cual se presentan varias propuestas útiles para el proceso de enseñanza/aprendizaje, “Erasmus + Projectnummer” un proyecto que presenta varias prácticas que exploran conocimientos, pedagogía, currículo y evaluación STEM

Sin embargo, para poder llegar a impartir una metodología dentro de las aulas, es necesario conocer la situación de los responsables del proceso de enseñanza/aprendizaje en el aula, los docentes. Tanto su opinión sobre esta metodología y si se emplea algún elemento de la misma en las aulas tienen un carácter de vital importancia. Este es el objetivo de esta investigación.

Para llevar a cabo este proyecto se realiza un análisis de varias entrevistas realizadas a diferentes docentes con diferentes metodologías, años de experiencia, etc. y la información obtenida a través de una observación participante realizada en un aula durante unas semanas.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se pretende realizar como objetivo general:

Analizar la implementación de los modelos interdisciplinarios de STEM (Matemáticas, Ingeniería, Tecnología y Ciencias) en los procesos de enseñanza/aprendizaje, a partir de la percepción y la praxis de los docentes.

Los objetivos específicos que se pretenden lograr son:

Determinar la concepción de los docentes con respecto a los conceptos CTIM/STEM a partir de su praxis.

Identificar los elementos didácticos que los docentes emplean en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las disciplinas STEM.

Definir si los docentes consideran factible la implementación de la interdisciplinariedad de las disciplinas que proponen los modelos STEM (Matemáticas, Ingeniería, Tecnología y Ciencias) en sus procesos de enseñanza/aprendizaje.

3. JUSTIFICACIÓN

La elección de este tema para mi trabajo de fin de master se debe a tres factores principales: el fomento del interés por las ciencias, desarrollo de metodologías activas y el aprendizaje autónomo.

Desde siempre me han gustado las ciencias, sobretodo la experimentación. Desde mi etapa en el colegio hasta finalizar el bachillerato mi asignatura favorita ha estado ligada a las ciencias (conocimiento del medio, Ciencias Naturales, Química, Biología, etc.). Esto provocó que los proyectos relacionados con las metodologías STEM y STEAM llamasen mi atención para realizar este proyecto.

Las metodologías activas son una herramienta que descubrí durante los estudios universitarios, pero que sí he aplicado en el desempeño de trabajos puntuales relacionados con la educación. En el sistema educativo actual se están buscando diferentes metodologías para mejorar la educación tradicional de emisor-receptor. Hay que destacar las metodologías activas, las cuales pretenden cambiar el papel pasivo del

alumno dentro del proceso formativo por un papel activo donde ellos son los protagonistas dentro de su educación.

Por último el aprendizaje autónomo, al igual que con las metodologías activas, fue un descubrimiento durante mi etapa universitaria. Es una herramienta educativa que me llama mucho la atención puesto que soy un defensor de permitir al alumno un desarrollo más personal.

Este trabajo se encuentra en el marco del proyecto STEM4Math, el cual pretende aportar metodologías para enseñar matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería a través de la interdisciplinariedad.

Un aspecto a tener en cuenta también es conocer la opinión de los docentes, pues son los que deciden implantar estas metodologías en el aula, y conocer sus opiniones, sugerencias o preguntas acorde a la implantación de estas propuestas. Gracias a la información obtenida, se puede confirmar si es viable la incorporación de estas metodologías, y en caso contrario cómo modificarlas para que lo sean.

En cuanto a la relación con el programa del Máster en Investigación en Ciencias Sociales. Educación, Comunicación Audiovisual, Economía y Empresa, el presente trabajo cumple con las siguientes competencias generales:

- G1. Este proyecto se centra en la investigación sobre la opinión de los docentes en las propuestas STEM, para ello ha sido necesario emplear conceptos, principios y modelos de investigación social.
- G2. El proyecto incorpora elementos de metodologías como la entrevista, la triangulación, validez, etc.
- G3. Que los estudiantes sean capaces de integrar los conocimientos adquiridos para formular juicios en función de criterios, de normas externas o de elaboraciones personales, a partir de una información incompleta o limitada que incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- G4. Este proyecto ha sido presentado de manera escrita y oral ante un tribunal y será accesible al entorno de investigación.
- G5. El trabajo parte de un análisis sobre las opiniones de los docentes sobre las propuestas metodológicas STEM.

En lo referente a las competencias específicas, el TFM cumple con:

- E3 en este trabajo se basa en la tradición epistemológica de las metodologías de investigación en el ámbito de las Ciencias Sociales.
- E4 El proyecto presenta un modelo metodológico acorde a un estudio propio de las Ciencias Sociales.
- E6 Para realizar este proyecto se han tomado decisiones sobre las herramientas teóricas para el análisis cualitativo y el procesamiento de datos etnográficos, históricos y de contenido en Ciencias Sociales.
- E7 En este trabajo se han empleado herramientas informáticas para la búsqueda, el análisis y procesamiento de datos de la investigación en Ciencias Sociales.
- E8 Se han empleado elementos para la comunicación y presentación oral y escrita de los análisis y resultados de una investigación en el área de Ciencias Sociales.
- E9. Para obtener información sobre el aprendizaje STEM, metodologías activas, etc. He empleado varias bases de datos como Google académico, Dialnet, UvaDocs, etc.
- E10 Esta competencia tiene relación con el punto anterior, por lo que me remito a lo mencionado anteriormente.
- E11 Se ha realizado una interpretación adecuada y la realización de un análisis crítico de los resultados obtenidos en el proceso de investigación

4. MARCO TEÓRICO

4.1 METODOLOGÍA STEM

Este apartado se basa en la metodología STEM. Esta metodología está basada en el aprendizaje interdisciplinar entre las asignaturas matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología. También se explicará el proyecto STEM4Math, proyecto al que se encuentra relacionado esta investigación

4.1.1 Aprendizaje interdisciplinar

El aprendizaje interdisciplinar es definido por Yakman (2008) como un aprendizaje estructurado que abarca varias disciplinas pero no realza ninguna en particular sino que se da importancia a la transferencia de los contenidos entre las materias.

El aprendizaje interdisciplinar ha sido un objeto de estudio que ha sido investigado por autores como Platón o Descartes, pero si nos centramos en teorías más actuales podemos abarcar el aprendizaje interdisciplinar desde varios enfoques: (1) enfoque constructivista, (2) enfoque holístico, (3) enfoque de otras teorías modernas y (4) alfabetización funcional.

1.- El enfoque constructivista

Driscoll (2005) en su análisis del constructivismo resalta la idea de aprendizaje interdisciplinar de Piaget ya que para este la realidad no se desarrolla en una sola disciplina sino que se hace necesario la existencia de conexiones interdisciplinares.

Vigostky (1930) defendió la necesidad de que las disciplinas que se enseñaban a los alumnos debían de estar interrelacionadas para evitar que los alumnos analicen la realidad de manera unidireccional o de una manera aislada. Además, al enseñar materias que son independientes entre ellas provocaría que los alumnos tuviesen una visión alterada de la realidad.

Además, Vigostky también concluyo que los alumnos por su propio desarrollo son capaces de realizar conexiones entre los conocimientos de las distintas disciplinas. Por lo cual si no les ayudamos a aprovechar esas conexiones entre las disciplinas, estaremos coartando el desarrollo cognitivo del alumno.

2.- El enfoque holístico

La educación integradora es un pilar esencial en los modelos educativos holísticos formales e informales. Uno de los más importantes es el de Montessori (1914) el cual defiende que debe haber un interés inicial en los alumnos para dar sentido a las demás unidades (Montessori, 1992). El resultado de los discentes de post-secundaria que fueron formados por este modelo refleja una educación realmente integradora. Otro ejemplo exitoso es el modelo holístico de Waldorf (Association of Waldorf Schools of

North América, AWSNA, 2008), que se centra en el desarrollo de un pensamiento claro y crítico de los alumnos para poder realizar experimentos empíricos y comprender así la realidad.

Dewey (1963; también citado en Ruiz, 2017), critica la separación del aprendizaje en disciplinas aisladas, ya que provoca un aislamiento del contexto del conocimiento e imposibilita la asimilación de las conexiones menos obvias entre conceptos, contenidos y contextos. Defiende la existencia de varias disciplinas para profundizar en contenidos pero también la necesidad de reforzar la explicación de los vínculos y conexiones entre los contextos.

A pesar de un enfoque radical en sus planteamientos prácticos es un modelo muy próximo al constructivismo y se basa en el aprendizaje de contextos a través de la relación de la comprensión de contenidos y la construcción de conceptos. *“El aprendizaje conceptual basado en contextos es una necesidad en la educación integradora, y solo la educación integradora puede adaptarse a la evolución y a los cambios sociales reflejándolos en los planes de estudio”* Yakman, 2008 (también citado en Ruiz, 2017)

3.- El enfoque de otras teóricas modernas

Encontramos muchas teorías que defienden la implantación de la educación interdisciplinar como son: las teorías de aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1978), el aprendizaje humanista (Rogers, 1969), la taxonomía de Bloom (Bloom, 1974), las dimensiones del aprendizaje de Marzano (Marzano, 2007) o el aprendizaje instruccional (Gagné, Wager, Golas y Keller, 2005). Cada uno desarrolla sus propias teorías y conservando distintos enfoques pero todas ellas defienden que la educación debe mostrar la realidad permitiéndoles pensar y descubrir las conexiones que existen en la misma.

4.- Alfabetización funcional

Uno de los objetivos principales de la educación es conseguir personas funcionalmente alfabetos, que sean capaces de aprender y adaptarse a un entorno que se modifica constantemente (Yakman, 2008). La Organización de las Naciones Unidas para la

Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1970) defiende la implantación de programas de alfabetización funcional que forme a personas en base a su entorno además de forma en lectoescritura.

Para lograr la alfabetización funcional es importante realizar la transferencia de conocimiento de orden superior entre las disciplinas (Yakman, 2008) y preparar a los estudiantes para pensar conectar las distintas disciplinas y obtener la alfabetización funcional (Hickman, 1992)

A pesar de que es necesario que las diferentes disciplinas tengan un carácter individual para profundizar en los contenidos, es necesario también conocer el contexto de los conocimientos para que así se refuercen entre ellos (Ruggiero, 1988).

A necesidad de un aprendizaje multidisciplinar que provoque una integración curricular no debe ser tarea de los teóricos en educación exclusivamente, sino que también en los expertos de cada una de las disciplinas que pretenden incorporar elementos pedagógicos en otros campos y con ello conseguir unos métodos educativos basado en la integración y la transversalidad del estudio (Yakman, 2008).

Campos de operacionalización de la interdisciplinariedad

Según las finalidades que se pretenden conseguir, el ángulo de enfoque y la elección de objetos tratados, podemos distinguir 4 campos de operacionalización de la interdisciplinariedad (Lenoir, 1995; Lenoir y Sauvé, 1998): interdisciplinariedad científica, interdisciplinariedad escolar, interdisciplinariedad profesional e interdisciplinariedad práctica.

Según Hermeren (1985) en función de las características de los problemas y precauciones los cuatro campos mencionados pueden abordarse desde: problemas organizacionales, la investigación y la educación. Lenoir (2013) añade un cuarto enfoque que es la práctica. Figura 1



Figura 1: Campos de operacionalización de la interdisciplinariedad y sus ángulos de enfoque.

Fuente: Lenoir, Y. 2013 pp. 51-86.

La interdisciplinariedad práctica. El objetivo es que el alumno sea capaz de resolver un problema cotidiano a través de los conocimientos (prácticos, técnicos o procedimentales) que ya ha obtenido a través de la experiencia. Gracias a este modelo, la interdisciplinariedad se muestra como algo natural, como menciona Fourez (1994) asociado a la prosa de Monsieur Jourdain “haciendo bricolaje o eligiendo productos de higiene, por ejemplo, articulamos elementos de las ciencias naturales, las cuestiones de economía o de ecología, y elecciones éticas”

La interdisciplinariedad científica y escolar. La aplicación de ambos tipos de interdisciplinariedad es distinta debido a que ambas tienen distintos puntos de vistas en lo referente a finalidad objetos y modalidades de implementación. Además la interdisciplinariedad en la educación requiere varias modificaciones con respecto a la científica. La siguiente figura muestra algunas de las diferencias que existen entre ambos tipos de interdisciplinariedad (Lenoir, 2013) (tabla 1):

Tabla 1: Diferenciación entre interdisciplinariedad científica y escolar

Interdisciplinariedad científica	Interdisciplinariedad escolar
Finalidades	
<p>Su finalidad es la producción de nuevos saberes y dar respuesta a necesidades sociales a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El establecimiento de vínculos entre las ramas de la ciencia. - La jerarquización y organización de disciplinas científicas. - La estructuración epistemológica. - La comprensión de diferentes perspectivas disciplinarias, restableciendo las conexiones a nivel comunicacional entre los discursos disciplinarios. 	<p>Su finalidad es la difusión del saber científico y la formación de actores sociales a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La instalación de condiciones adecuadas que permitan producir y apoyar el desarrollo de procesos integradores y la apropiación de saberes como productos cognitivos en los alumnos, lo que requiere de un ajuste de los saberes escolares a nivel curricular, didáctico y pedagógico.
Objetos	
Tiene por objeto las disciplinas científicas	Tiene por objeto las disciplinas escolares
Modalidad de aplicación	
<p>Implica la noción de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teniendo el saber cómo sistema de referencia 	<p>Implica la noción de enseñanza, de formación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teniendo como elemento de referencia al sujeto que aprende.
Sistema referencial	
Aborda la disciplina como ciencia (saber erudito, homologado)	Aborda la disciplina como materia escolar (saber escolar) y por lo tanto un sistema referencial que no se limita a las ciencias.
Consecuencias	
Conduce a la producción de nuevas disciplinas conforme a diversos procesos.	Conduce a vínculos de complementariedad entre las disciplinas escolares.

Fuente: Lenoir, Y 2013 pp. 51-86.

La interdisciplinariedad profesional. Este tipo de interdisciplinariedad abarca la integración de procedimientos y saber (científico y práctico) al desarrollo de unas competencias concretas para una profesión. La diferencia reside en que lo importante no es encontrar vínculos entre las disciplinas científicas sino en superar las formaciones disciplinarias e interdisciplinarias. Por lo tanto, los saberes que se requieren en esta formación se consideran como *saberes adisciplinarios* (Lenoir 2013), los cuales abarcan los saberes teóricos y los actos profesionales que interactúan de manera dinámica, en vez de manera lineal o jerárquica.

La actuación del enfoque interdisciplinario en educación

Según Lenoir (2013) podemos diferenciar 5 características necesarias para la implantación de la interdisciplinariedad en el ámbito educativo:

Vincular la razón, la mano y el corazón. Como primer punto, la interdisciplinariedad debe unir 3 concepciones presentes en Francia, Estados Unidos y Brasil (tabla 2):

Tabla 2: Tres concepciones de la función de la interdisciplinariedad científica

Opciones epistemológicas	Características
1° Enfoque relacional (formación)	Establecer vínculos (complementariedades, convergencias, conexiones, etc.), “puentes” (bridge-building)
2° Enfoque ampliativo (investigación)	Llenar el vacío entre dos ciencias (investigación) (nacimiento de nuevas disciplinas científicas) (ocupar la tierra de nadie)
3° Enfoque reestructurante (crítica epistemológica)...	Cuestionar la naturaleza del saber y promover el nacimiento de una concepción y organización nueva de los saberes científicos.
... que a veces se vuelve radical	Reemplazar con estructuración interdisciplinaria la estructuración disciplinaria (v.g. la crítica deconstruccionista)

Fuente: Lenoir, Y. 2013 pp. 51-86.

Garantizar la gestión y la formación

Para lograr el funcionamiento de un enfoque interdisciplinar es necesaria la existencia de un equipo interdisciplinario donde se puedan aportar distintas opiniones de los miembros de dicho grupo. En el caso de la educación, el ministerio de educación y el equipo directivo y el equipo docente de cada centro debe ser el responsable de realizar una aplicación del diseño interdisciplinar.

Crear un currículum integrador

En algunas ocasiones para lograr dar un enfoque interdisciplinar al currículum, es necesario realizar una re-conceptualización al currículum, para lograr esas conexiones entre las distintas disciplinas, que tienen en común crear individuos que puedan conocer y analizar de una manera crítica la realidad.

Garantizar la coherencia vertical entre currículum, didáctica y pedagogía

Un enfoque interdisciplinario debe realizar una articulación entre el currículum y la práctica en el aula (figura 2).

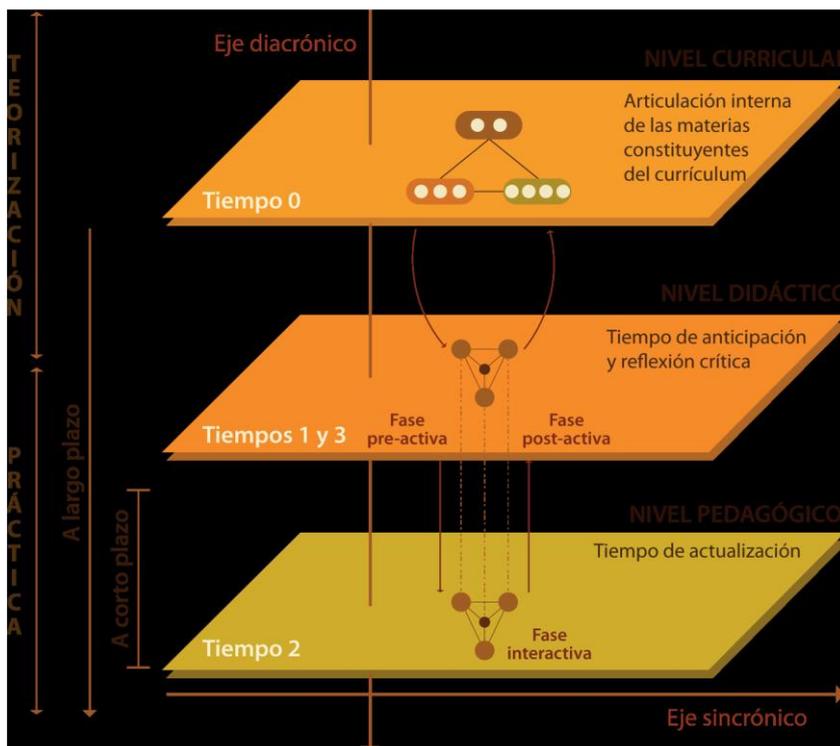


Figura 2: Relaciones entre los niveles curricular, didáctico y pedagógico

Fuente: Lenoir, Y 2013 pp. 51-86.

La actuación a nivel pedagógico de la interdisciplinariedad requiere de un enfoque que aporte el análisis curricular sobre qué posibilidades aportan los programas existentes acerca de la interdisciplinariedad. Además es importante que el docente organice actividades de enseñanza-aprendizaje que sean accesibles a los alumnos, por ello la fase interactiva requiere de una fase pre-activa.

En cuanto al nivel didáctico, se puede lograr una función mediadora a través de modelos didácticos que conciban una estructuración curricular disciplinaria pero a su vez interdisciplinaria e integradora.

Adoptar uno o varios modelos pedagógicos interdisciplinarios

Por último, la asociación entre la actuación en el aula (nivel pedagógico) y el nivel didáctico necesita de un modelo de enseñanza interdisciplinario. Entre ellos (Lenoir 1991, 1997; Lenoir y Sauve 1998b) destacar el modelo Coda que combina el cruce de objetos y procedimientos de aprendizaje (figura 3).

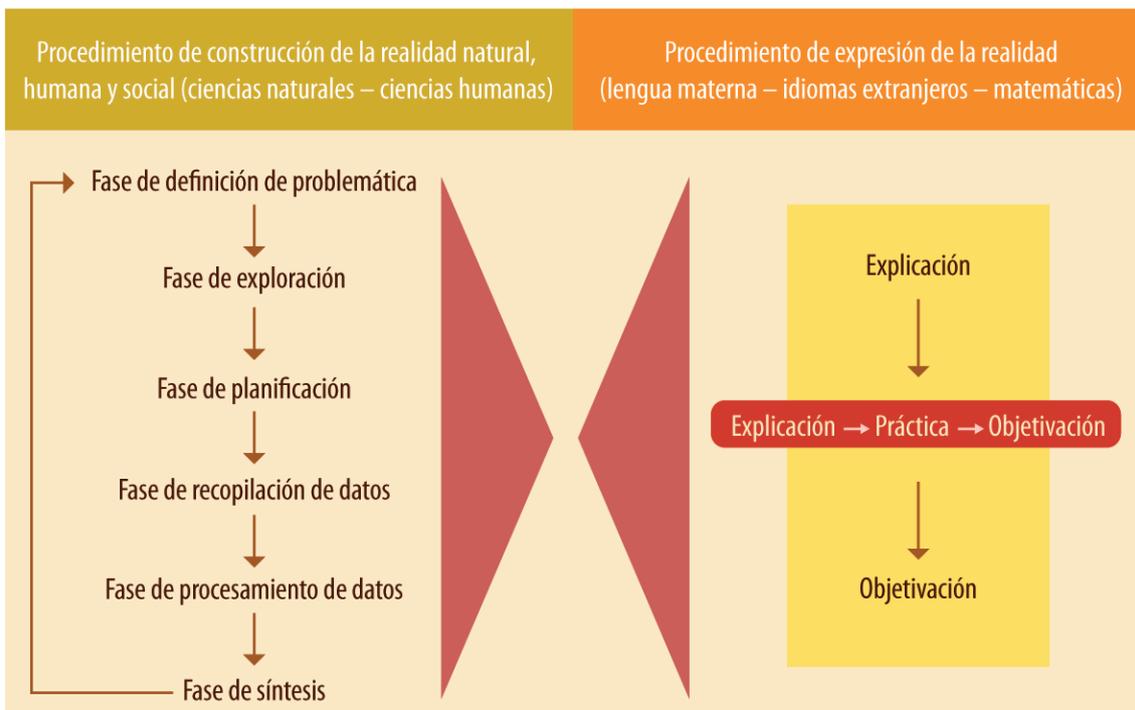


Figura 3: Modelo didáctico interdisciplinario: modelo CODA

Fuente: Lenoir, Y. 2013 pp. 51-86.

4.1.2 Educación STEM

El concepto STEM surge en la década de los noventa por la National Science Foundation (NSF). Pero no fue hasta el año 2010 donde no adquirieron importancia en las políticas de los Estados Unidos. Durante los primeros años, se daban importancia a enseñar

Ciencias y Matemáticas, y se prestaba poca atención a la Tecnología y mucho menos a la Ingeniería, incluso se llegaban a seguir dando de manera separada (Benítez, 2016).

STEM se define como una disciplina que propone proyectos interdisciplinarios (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) aprovechando los elementos comunes entre las asignaturas. Se incluyen también los contextos y situaciones que pueden encontrar los alumnos en su día a día y los materiales necesarios (Pascual, 2016). También podemos encontrar el acrónimo CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Cada disciplina cuenta con numerosas propuestas para enseñar dentro del aula de una manera didáctica y lúdica:

1. Ciencia (Science): Es la categoría más amplia ya que abarca diferentes disciplinas (Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Física, etc.). En la actualidad, las herramientas que suelen emplearse kits para enseñar los contenidos de manera separada: kits de arqueología, microscopios, experimentos de agua, electricidad, etc. Aunque también se pueden encontrar juguetes científicos STEM, son una alternativa para los juguetes que normales.
2. Tecnología (Technology): se pueden encontrar juegos para construir robots programables, como los Dash y Dots, LEGO Mindstorms, Makeblock, etc. también se pueden encontrar ordenadores y tablets educativos de Vtech o Fisher Price. Cámaras de fotos, circuitos electrónicos, etc.
3. Ingeniería (Engineering): podemos encontrar herramientas como los LEGO o los sistemas basados en imanes como Geomag, Nanoblocks, plastilina, carpintería, primeras herramientas... Un buen ejemplo de ingeniería y creatividad es 3Doodler, un bolígrafo que sirve de impresora 3D.
4. Matemáticas (Mathematics): Los juguetes CTIM abordan problemas de lógica y retos mentales de esta manera obligan a anticiparse y a utilizar el pensamiento lateral. Encontramos ejemplo como el cubo de Rubik, juegos de cartas como el popular UNO, entre otros. Una de las compañías especializadas es ThinFun, *con populares juegos de mesa basados en resolver puzzles con laberintos, o en cosas*

más cotidianas, como los atascos de tráfico. Son muy conocidos Rush Hour o Gravity Maze. (Pascual, 2016; también citado en Benítez, 2016, p.43).

Espinosa (2018) propone 4 fases del desarrollo del proyecto educativo enfocado en la enseñanza de las STEM:

- **Despertar:** desde la educación infantil hasta segundo de Primaria las habilidades STEM afloran en los estudiantes. Para desarrollarlas se pueden emplear herramientas como LEGO que ayuda a acercar la tecnología más en profundidad a través de la diversión.
- **Desarrollo:** en la etapa de Primaria (desde segundo a quinto-sexto) ya los alumnos se encuentra en una etapa de desarrollo de las habilidades STEM. Para beneficiar este desarrollo se debe buscar el desarrollo del pensamiento computacional. Algunos ejemplos son los LEGO o los Robots de Imaginarium.
- **Profundización:** durante la secundaria, las habilidades STEM alcanza un enfoque más profesional, ya que se emplean lenguajes de programación más elaborados.
- **Elección de Carrera:** los dos últimos años es la etapa donde el alumno se perfila más allá de las asignaturas STEM. Con la incorporación de la ingeniería desde edades más tempranas, los alumnos pueden resolver de una manera eficaz los problemas de la vida real.

4.1.3 Proyecto STEM4Math

Como ya se ha indicado, los proyectos STEM se basan en la interrelación de los contenidos de una disciplina con el resto de la que se imparte al alumno, de tal manera que no se descubren relaciones entre ellas.

De esta idea surge el proyecto STEM4Math, un proyecto KA-2, basado en el intercambio de buenas prácticas entre dos participantes escolares (Finlandia y Suecia), dos académicos (Bélgica y España) y uno mixto (Portugal). España y Bélgica son

facultades de Educación que tiene relación con centros educativos reales, por lo cual también pueden considerarse mixto, al igual que Portugal.

Este proyecto está centrado en conseguir proponer herramientas de enseñanza de las matemáticas a través de proyectos STEM. Para ello se lleva a cabo un análisis de la situación actual de la metodología STEM en España y Europa, seguido de una programación de diferentes propuestas basadas en dicho aprendizaje.

Los objetivos que tiene este proyecto son:

- Seleccionar, adaptar e intercambiar buenas prácticas entre los países participantes para el aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria.
- Diseñar y compartir un modelo didáctico interactivo para la educación STEM integrada.
- Implementar y probar en qué medida un enfoque inter/transdisciplinario para las actividades de STEM es eficaz para:
 - Comprender conceptos y fomentar actitudes.
 - Comprender la función de las matemáticas en la sociedad.
 - Aplicar a diferentes grupos de edad.
 - Ser manejable en aulas cotidianos europeos.

Este proyecto se centra en la escuela primaria (6-12 años) con el fin de desarrollar e intercambiar actividades basadas en la metodología STEM para trabajar conceptos de matemáticas y ciencias aportando al alumno un rol más activo.

Primer Año: 2016-2017 (2 reuniones al año :)

- Reunión de socios: 1 de octubre reunión de socios (intercambio de actividades basadas en la experiencia de los socios) con la recopilación de actividades para analizar las ventajas y los inconvenientes, también desatacar la integración matemáticas en STEM.

Segundo año: (2 reuniones al año):

ENFOQUE: Se realizaran las mismas actividades que en el año 1, pero para diferentes grupos de edad

3º año: (2 reuniones al año) actividades de difusión

Compartir actividades con los padres (segundo año)

PRODUCTO FINAL

- Plataforma web
- Recopilación de actividades con un guion de cómo realizar la implementación
- Seminario de difusión en cada país donde invitamos a padres, profesores, etc.

Se pretende desarrollar cursos de formación a nivel internacional y nacional para docentes y formadores de docentes sobre la enseñanza de la metodología STEM a través de las herramientas desarrolladas y el contexto de aprendizaje a través de diferentes casos.

4.2 BASES METODOLÓGICAS

La sociedad actual se encuentra en un continuo proceso de cambios, resultado del paso de un mundo industrial a un mundo de información y conocimiento impulsado por el desarrollo de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación. Otra característica de la sociedad actual es la continua formación, los ciudadanos se encuentran en un continuo proceso de aprendizaje para lograr adaptarse a los continuos cambios (Esteve, 2003).

Esta sociedad del conocimiento provoca que la educación tenga nuevos retos en el proceso de enseñanza aprendizaje. El saber es más extenso y acelerado (Fernández, 2006), lo que lleva a un crecimiento de la “obsolescencia del conocimiento” (Ruiz, 2017). El conocimiento es más relativo y el objetivo es ser capaz de manejar esa concepción “perspectivista” del conocimiento (Monereo y Pozo, 2003).

Las consecuencias de esta sociedad para la educación según Martínez y Fernández (2005) son:

- La estructura educativa basada en las existencias de diferentes disciplinas es criticada por una educación que se basa en los problemas cotidianos.
- Se prefiere un modelo que abarca la comprensión del mundo actual y preparase para el futuro, basando en una educación reflexiva y creativa.
- Las metodologías que prefieren un aprendizaje significativo cuestionan a las que dividen la teoría y la práctica.

Por lo tanto se prefiere un modelo educativo que integra el aprendizaje autónomo y la competencia de aprender a aprender. Ambas características buscan que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje y cuyo fin sea conseguir comprender la realidad a través de actividades multidisciplinares. El docente en este caso pasa a ser un guía que ayuda al alumno de una manera indirecta aportando un feedback continuo (Fernández, 2006).

4.2.1 Metodologías activas

Una metodología educativa se puede definir como una organización sistemática de oportunidades y condiciones que se ofrecen a los estudiantes de forma que sea altamente probable que aprendan (De Miguel, 2005; también citado en Ruiz 2017). Es un procedimiento que abarca el docente, los alumnos, la materia que se imparte y el contexto sociocultural.

No existe una única metodología que sea perfecta para cualquier caso, es necesario tener en cuenta: para alcanzar los objetivos de bajo nivel cognitivo cualquier método aplicado

con interés obtiene unos resultados similares, en el caso de unos objetivos de alto nivel cognitivo es necesario un aprendizaje autónomo o pensamiento crítico (Pregent, 1990).

Fernández (2006) afirma que las metodologías activas tienen un carácter más formativo que informativo, generando aprendizajes significativos que se adaptan mejor a cualquier contexto.

También hay que tener en cuenta que factores como espacio, tiempo, la forma de aportar información y la relación entre docente y profesor, entre otros, son factores que afectan al proceso de enseñanza aprendizaje. Por lo cual en la planificación de la metodología se debe tener en consideración cualquier variable que puedan influir o no.

4.2.2 Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) se define como un conjunto de tareas que los alumnos deben de realizar de una manera autónoma y conseguir un producto final (Sánchez, 2013). En este tipo de metodologías se potencia la interacción con la realidad más allá de la clase (Karlin y Viani, 2001).

Las características generales del aprendizaje basado en proyectos son:

- Se incluye dentro de las metodologías activas o centradas en el alumno (Salinas, 1997).
- Esta se basa en los modelos educativos constructivistas, debido a que los alumnos construyen sus propios conocimientos a través de sus experiencias. (Dole, Bloom y Kowalske, 2016).
- Las competencias que se desarrollan en este tipo de metodologías provocan una motivación extra en los alumnos, puesto que son los protagonistas de la actividad (Balcells, 2014; Exley y Dennick, 2007; Karlin y Viani, 2001). Añadir que estos proyectos prepara al alumno para resolver problemas cotidianos.
- Gracias a la conexión con la realidad, el alumno activa las habilidades mentales de orden superior y retienen más información sin tener que memorizar conceptos (Bottoms & Webb, 1998).

- El aprendizaje por proyectos fomenta el aprendizaje cooperativo por lo cual los alumnos pueden intercambiar ideas y negociar las soluciones (Sánchez, 2013).

Tradicionalmente, un proyecto de enseñanza-aprendizaje donde se presenta la información y se muestra la forma de resolver la situación y el alumno solo tiene que seguir los pasos dados por el docente. En el caso del aprendizaje por proyectos, se presenta el problema inicialmente y las necesidades de aprendizaje. Finalmente se busca información necesaria para resolver el problema propuesto (LIU y Pedersen, 1998).

El proyecto se puede dividir en 4 fases (González, 1990):

1. Intención: curiosidad y deseo de resolver el problema.
2. Preparación: búsqueda de la información necesaria
3. Ejecución: aplicar la información encontrada
4. Evaluación: valorar el producto final en función del objetivo propuesto.

En los inicios del aprendizaje basado en proyectos destacan las teorías de Dewey (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015). Esta teoría defendía la idea del “aprender haciendo” y el rol del docente como guía en las actividades (Dewey, 1934).

Larmer, Mergendoller y Boss (2015) realizan una revisión teórica del aprendizaje por proyectos y establecen 7 partes necesarias para cualquier diseño de aprendizaje por proyectos:

1. Pregunta desafiante: es el elemento que desencadena el proceso educativo. Debe ser abierto y motivador para que el alumno quiera realizar el proyecto sin tener la sensación de obligación.
2. Investigación profunda: el proyecto no debe de proponer una pregunta sencilla de responder. Debe tener varias preguntas que dé lugar a que el alumno se plantee otras nuevas.
3. Autenticidad: tiene que tener relación con la realidad, conectado con el contexto real, tener la ayuda de expertos externos o producir algún efecto en situaciones reales.

4. Decisiones del alumnado: el alumno debe tener libertad de decisión. El profesor debe controlar ciertas situaciones abiertas para que el alumno sienta que debe tomar sus propias decisiones.
5. Reflexión: El exigir la reflexión provoca que los estudiantes analicen lo que está aprendiendo. Con esto el aprendizaje se comprende y se asimila de una manera más efectiva.
6. Crítica y revisión: debe facilitarse la evaluación de instrumentos (rubrica, modelo, dinámica, etc.) para que se fomente la crítica constructiva y la revisión de ideas.
7. Producto final público: al mostrar el producto final públicamente produce una mayor motivación en el alumno. El aprendizaje se concentra en un objeto del que se puede hablar y socializar lo aprendido.

4.2.3 Enseñanza para la comprensión

Diversos estudios han demostrado que durante el proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos, no siempre consiguen comprender los conceptos como se debería. Ante esta problemática, los docentes utilizan varias estrategias; explicar más de una vez, emplear diferentes ejemplos, hacen aclaraciones, etc. (Perkins y Blythe, 1994).

La comprensión es la capacidad de resolver diferentes situaciones que requieren un conocimiento concreto (Perkins y Blythe, 1994), por lo cual poder explicar, ejemplificar, representar de una manera novedosa son acciones denominadas “desempeños de comprensión” (Perkins y Blythe, 1994).

Sin embargo no todas las tareas ayudan a la asimilación de conceptos, exámenes de verdadero o falso o ejercicios de aritmética, no son tareas que construyan la comprensión del concepto. Para que haya esa construcción, los alumnos deben dedicar tiempo para buscar nuevos ejemplos realizar aplicaciones, etc. siempre de una manera reflexiva y recibiendo un feedback constante. Estas teorías establecen un esquema que contiene cuatro elementos (Perkins y Blythe, 1994):

1. Tópicos generativos: los tópicos deben ser centrales, asequibles y familiares para los alumnos y así conseguir una mejor relación con los demás temas que están incluidos o no en la disciplina.
2. Metas de comprensión: “*se deben identificar metas que concreten el método generativo y fingen hacia donde debe dirigirse el aprendizaje*” (Ruiz 2017). No existe una única solución, solamente debe centrarse en el proceso de enseñanza aprendizaje.
3. Desempeños de comprensión: las tareas deben centrarse en la comprensión del contenido. Los desempeños deben ser variados para trabajar el mismo tópico durante un plazo de tiempo mayor.
4. Valoración continua: los alumnos deben de tener una retroalimentación para lograr un aprendizaje continuo.

Del Pozo (2009) realiza una adaptación al marco para la enseñanza para la comprensión, añadiendo “hilos conductores” a los 4 elementos que define Perkins e introducen las Inteligencias Múltiples de Gardner (1983) a modo de competencias que se desarrollan durante la comprensión de los conceptos.

El diseño se inicia con la definición de los “hilos” conductores que son los objetivos que pueden llegar a ser los que se planteen para un curso completo. Se presentan en forma de pregunta abierta que se relacionan con creencias y valores de la disciplina. Del Pozo (2009) recomienda definir entre 3 y 6 “hilos conductores”.

Estos hilos conductores “*cristalizan en un “tópico generativo” que repite el nombre del primer elemento del aprendizaje para la comprensión*” (Ruiz, 2017, pp 72). Después de esto, se establecen “metas de comprensión” a través de unos objetivos concretos que definen lo que los alumnos deben de aprender. Del Pozo (2009) aconseja que para definir las “metas de comprensión” es “menos es más”.

Las “actividades de comprensión” se dividen en “actividades preliminares”, “actividades de investigación guiada” que son la parte más extensa, y “actividades de

síntesis”. Cada actividad se relación con una o varias “metas de comprensión”, una o varias inteligencias múltiples” y con uno o varios métodos de valoración continua.

4.2.4 Aprendizaje basado en problemas

En el día a día de una persona, se presentan numerosos problemas que cada uno debe saber resolver. Cada aprendizaje que logramos al resolver un problema nos ayuda a conducirnos al éxito. El aprendizaje basado en problemas provoca que el alumno se encuentre un problema sin ningún tipo de estructuración y donde él es el protagonista, ya que, él identifica y aprende de un problema mediante la investigación y logra alcanzar una solución viable (Torp y Sage, 1999).

El aprendizaje basado en problema tiene sus inicios en la facultad de medicina de la universidad de McMaster (Canadá) en 1969) y se introdujo para mejorar las habilidades de diagnóstico y síntomas particulares de los pacientes mediante la formulación de hipótesis, recopilación de información y la evaluación de sus hipótesis (Prieto et al 2006).

Existen varias definiciones sobre el aprendizaje basado en problemas (Barows y Tamblyn, 1980; Savin-Baden y Wilkie, 2004; Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006; Chen,2008; Barrows, 2010) – Para Torp y Sage (1999) el aprendizaje basado en problemas se define como una experiencia pedagógica que se organiza para la investigación y resolución de problemas. Se considera como un organizador de currículo y también como una estrategia de enseñanza.

Las tres características principales según Torp y Sage (1999) son:

- Los alumnos se responsabilizan antes un problema.
- El currículo se organiza con problemas que generan aprendizajes significativos.
- Los alumnos piensan y guían su propia investigación para que alcancen una comprensión profunda.

Para Barrows (2010) los problemas provocan en los alumnos una estimulación del aprendizaje autónomo y genera ocasiones para la adquisición de conocimiento y

desarrollo de habilidades. Se suelen emplear los grupos cooperativos a los que se les plantea el problema y cada uno se organiza para hallar una solución. (Prieto et al. 2006).

Barrows (2010) distingue seis variantes metodológicas dentro del aprendizaje basado en problema que son las más efectivas para conseguir un logro educativo más alto según la estructuración del conocimiento, razonamiento autodirección y motivación:

1. Emplear problemas sencillos para elementos concretos dentro del desarrollo de una clase.
2. Presentar un problema al inicio de la clase que contiene la información necesaria para hallar la solución y emplear ese problema para algunos aspectos de la clase.
3. Analizar un problema antes de la clase y los elementos para su resolución. Los alumnos los discutirán primero en pequeños grupos y después en común con el resto de los compañeros.
4. Presentar un problema a los alumnos y la información la aportara el profesor a medida que lo vea oportuno. Los alumnos trabajan en pequeños grupos.
5. Proporcionar a los alumnos un problema con un nivel de complejidad tal que necesite información extra a la que ya poseen.
6. Igual que el anterior pero con una reevaluación de la solución que aportan al problema para reflexionar sobre el conocimiento y las habilidades que han adquirido.

En cuanto a los problemas, Jonassen (1997) distingue entre problemas estructurados y no estructurados. Los problemas estructurados son aquellos que necesitan unos conceptos, reglas o principios a una situación determinada y contienen un estado inicial concreto y final que necesita unas operaciones lógicas necesarias.

Los problemas no estructurados se asemejan a los problemas de la práctica profesional y no están relacionados a lo que se estudia en clase. Se caracterizan por tener algunos elementos desconocidos para los alumnos, tienen varias soluciones y requieren que los alumnos juzguen y opinen sobre el problema.

Se encuentran varias propuestas que secuencian el trabajar con problemas. Del Pozo (2009) establece diez pasos para tratar los problemas, Prieto et al. (2006) lo resumen e cuatro grandes bloques que engloba prácticamente lo mismo que Del Pozo (2009). Y Wood (2003) diferencia siete fases, detallando los momentos de definición del problema, planteamiento de la hipótesis y la distribución de problemas (figura 7).

Tabla 3: Cuadro comparativo de los modelos de aprendizaje basado en problemas de Del Pozo (2009), Prieto et al. (2006) y Wood (2003).

Del Pozo (2009)	Prieto et al. (2006)	Wood (2003)
Presentación y clarificación del problema	Activación y análisis inicial (A): los alumnos definen el problema e identifican lo que desconocen. Concretan los temas a investigar y los reparten. El profesor da feedback de la fase a cada grupo.	Identificación una realidad y las partes que no se entienden.
		Definición del problema que serán discutidos.
		Formulación de hipótesis y soluciones revisando los pasos 2 y 3.
		Se establecen objetivos de aprendizaje en base a las cuestiones que se desconocen. Se establece un plan de acción y se reparte la búsqueda de información.
Detección de lo que saben del problema y de lo que necesitan saber.		Búsqueda de información y estudio personal de las cuestiones desconocidas y que han sido asignadas a cada estudiante.
Reparto de tareas		
Búsqueda individual de información	Investigación (I): se realizan las investigaciones. El profesor orienta y dirige a recursos adicionales y de feedback sobre los hallazgos	Discusión, reunión de la información y solución del problema.
Puesta en común de los resultados de la búsqueda.		

Aplicación de los nuevos conocimientos al problema.	Resolución y reanálisis (R): se resuelve el problema o se re-analiza para iniciar un proceso de investigación. El profesor exige soluciones fijando tiempo y fechas límite.
Desarrollo del producto final	
Presentación oral	Evaluación y reflexión metacognitiva (E): los alumnos comparten y ponen a prueba sus soluciones. El profesor evalúa a los alumnos y esta actividad.
Diario reflexivo	
Evaluación individual y grupal.	

Fuente: Ruiz, F. 2017 pp. 77

4.2.5 Aprendizaje cooperativo

Johnson, Johnson y Holubec (1998) establecen una diferencia entre el aprendizaje cooperativo formal e informal: el aprendizaje formal se centra en la formación de los alumnos a través de un aprendizaje en grupo durante varias semanas y así lograr unos contenidos individuales y grupales. En cuanto al aprendizaje informal se desarrolla durante una temporalización más corta que en el formal, además de que no es necesario la implantación de tareas individuales. (Johnson et. Al. 1998).

Toda sesión de aprendizaje cooperativo formal debe contener cinco elementos (Johnson, Johnson y Smith, 1991):

1. Interdependencia positiva: el compromiso de los alumnos no debe ser solo para conseguir un objetivo individual sino grupal.

2. Interacción cara a cara: se aprenden valores de compañerismo, intercambio de material, etc.
3. Responsabilidad individual: todos los alumnos deben asumir la responsabilidad de conseguir los objetivos propuestos por la actividad.
4. Habilidades interpersonales y de pequeño grupo: actitudes como liderazgo, comunicación, respeto, etc.
5. Reflexión individual y grupal: en la evaluación final individual se analizará el nivel de responsabilidad e implicación de cada miembro del grupo. A nivel grupal se observara si se han alcanzado los objetivos, los puntos positivos y negativos, etc.

Johnson et al. (1998) propone un plan de intervención del docente dentro de un aprendizaje cooperativo formal que se divide en cuatro fases:

1. Toma de decisiones previas: organizar las sesiones que forman el proyecto, como son miembros de cada grupo, los roles que se necesitan, lo materiales necesarios, etc.
2. Explicación de las tareas y establecimiento de la estructura cooperativa: los alumnos deben entender claramente las “reglas del juego” para asegurar que comprenden en que consisten las diferentes actividades y los objetivos que tienen que conseguir.
3. Vigilancia del aprendizaje de los alumnos y prestar ayuda: el docente debe ser capaz de intervenir solamente cuando el alumno realmente lo necesita.
4. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes fomento de la reflexión grupal: en el apartado de la evaluación se deben analizar la cantidad y calidad de los objetivos conseguidos.

Un elemento que destaca Pujolàs (2003) es la organización de los grupos, y establece un cuaderno de equipo donde se registran los componentes, roles de cada

miembro, objetivos, etc. Y también incluye plantillas de evaluación del trabajo en equipo, esta plantilla de Pujolàs (2003) es una adaptación de Putnam (1993) (figura 8).

Tabla 4: Ejemplo de pauta para la evaluación del funcionamiento del grupo. Tomado de Pujolàs (2003) adaptado de Putnam (1993)

Reflexión sobre el equipo cooperativo y establecimiento de objetivos de mejora			
Nombre (o número) del Equipo:			
Responsable:		Fecha:	
¿Cómo funciona nuestro equipo?	Necesita mejorar	Bien	Muy bien
1. ¿Terminamos las tareas?			
2. ¿Utilizamos el tiempo adecuadamente?			
3. ¿Hemos progresado todos en nuestro aprendizaje?			
4. ¿Hemos avanzado en los objetivos del equipo?			
5. ¿Cumplimos los compromisos personales?			
6. ¿Participa cada miembro en las tareas de su cargo?			
¿Qué es lo que hacemos especialmente bien?			
¿Qué debemos mejorar?			
Objetivos que nos proponemos:			

Fuente: Ruiz, F. (2017) pp. 80

La evaluación dentro del aprendizaje cooperativo es un aspecto muy importante. Las actividades tienen un esquema organizado denominado estructura o técnica cooperativa donde aparecen los cinco elementos básicos y organiza el funcionamiento del equipo (Domingo, 2013).

Las estructuras formales más efectivas son el “puzle”, los “grupos de investigación”, las “cabezas numeradas”, la “rueda de ideas” y “pasa el problema” (Pujolàs, 2003):

1. Rompecabezas o puzle.

Se crean grupos de 3 a 5 personas. El docente propone un tema desglosado en tantas partes como miembros de cada grupo. Se forman así grupos de expertos que intercambian información de un mismo tema. Cada experto vuelve a su grupo inicial para explicar al resto de compañeros su parte. El docente evalúa individualmente a cada alumno (Domingo, 2013).

El punto fuerte de esta técnica es que los alumnos deben trabajar en equipo puesto que cada uno tiene una pieza del rompecabezas y así logran conseguir su objetivo que es ser expertos en un tema (Pujolàs, 2003).

2. Grupos de investigación

Es una técnica parecida a la anterior pero más compleja y relacionada con el aprendizaje basado en proyectos (Echeita y Martín, 1990).

Los alumnos eligen los elementos de un tema en concreto según sus gustos y habilidades. De ahí se forman los grupos que deben ser lo más heterogéneos posibles. Los grupos suelen tener entre 3 y 5 miembros.

Entre los estudiantes y el profesor se concretan los objetivos y las técnicas que se emplearán para lograrlos, además de organizar la temporalización de las actividades. Una vez terminado con las actividades los alumnos analizan la información que obtienen para presentarla al resto de los compañeros. Tras la exposición, los alumnos responderán una serie de preguntas. La evaluación se lleva a cabo entre el docente y los alumnos de manera conjunta (Echeita y Martín, 1990).

3. Cabezas numeradas

Los grupos son de 3 o 4 personas y cada uno tiene un número elegido al azar. Los alumnos trabajan sobre un tema para elaborar una respuesta para un problema. Os estudiantes deben asegurarse que todos los miembros del grupo consigan un buen nivel de comprensión para explicar la respuesta conseguida. (Ruiz, 2017)

Un miembro de cada grupo, elegido al azar, debe explicar al resto de sus compañeros la respuesta que han elaborado. Si la respuesta es correcta el resultado influye al resto del equipo. Esta estructura es muy eficaz para preguntas cortas que se tengan que investigar para resolver (Domingo, 2013).

4. Rueda de ideas

Se forman grupos de 3 o 4 alumnos. El docente propone un tema y una explicación de cómo se debería aprender. Cada alumno aporta su aportación de manera individual.

Las ideas se ponen en común y se analizan antes de presentarlas. Los alumnos deben citar las ideas seleccionadas y las presenta de manera que se vayan agrupando y establecer las mejores ideas (Domingo, 2013).

4.2.6 Matemáticas realistas

Otra metodología activa destacable relacionada con la metodología STEM, pero que se centra en una disciplina concreta, es la Educación Matemática Realista. Heuvel-Panhuizen (2002) define la Educación Matemática Realista (EMR) como un conjunto de ideas básicas centradas en el *cómo* y el *que* de la educación matemática. Inicialmente, Lange (1996) estableció una serie de características sobre la EMR:

- El uso e contextos como enlace entre lo concreto y lo abstracto.
- Empleo de modelos para el progreso educativo.
- El empleo de la creatividad de los alumnos durante el proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Albergar varios contenidos del currículo de matemáticas.

A día de hoy, la EMR se basa en seis principios establecidos por De Lange, (1996), Freudenthal (1991), Gravemeijer (1994), entre otros (figura 9)

Tabla 5: Principios fundamentales de las Matemáticas Realistas

Principio	¿Qué es?	¿Cómo puede trabajarse
De actividad	<p>Las matemáticas se consideran una actividad humana.</p> <p>La finalidad de las matemáticas es <i>matematizar</i> (organizar) el mundo que nos rodea, incluyendo a la propia matemática.</p> <p>La matematización es una actividad de búsqueda y de resolución de problemas, pero también es una actividad de organización de un tema.</p>	<p>Matematizar involucra principalmente generalizar y formalizar.</p> <p>Formalizar implica modelizar, simbolizar, esquematizar y definir. Generalizar conlleva reflexión.</p>
De realidad	<p>Las matemáticas se aprenden haciendo matemáticas en <i>contextos reales</i>.</p> <p>Un contexto real se refiere tanto a situaciones problemáticas de la vida cotidiana y situaciones problemáticas que son reales en la mente de los alumnos.</p>	<p>El contexto de los problemas que se presentan a los alumnos puede ser el mundo real. Pero esto no es necesariamente siempre así.</p> <p>Es necesario que progresivamente se desprendan de la vida cotidiana para adquirir un carácter más general, o sea, para transformarse en modelos matemáticos.</p>
De niveles	<p>Los estudiantes pasan por distintos niveles de comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situacional: en el contexto de la situación. - Referencial: esquematización a través de modelos, descripciones, etc. - General: exploración, reflexión y generalización. - Formal: Procedimientos estándares y notación convencional. 	<p>Esquematización progresiva (profesor) y</p> <p>reinención guiada (aprendiz): las situaciones de la vida cotidiana son</p> <p>matematizadas para formar relaciones</p> <p>más formales y estructuras abstractas.</p>
De reinención guiada	<p>Proceso de aprendizaje que permite reconstruir el conocimiento matemático formal.</p>	<p>Presentar situaciones problemáticas abiertas que ofrezcan una variedad de estrategias de solución.</p> <p>Permitir que los estudiantes muestren sus estrategias e invenciones a otros.</p> <p>Discutir el grado de eficacia de las estrategias usadas.</p>

De interacción	<p>La enseñanza de las matemáticas es considerada una actividad social.</p> <p>La interacción entre los estudiantes y entre los estudiantes y los profesores puede provocar que cada uno reflexione a partir de lo que aportan los demás y así poder alcanzar niveles más altos de comprensión.</p>	<p>La negociación explícita, la intervención, la discusión, la cooperación y la evaluación son elementos esenciales en un proceso de aprendizaje constructivo en el que los métodos informales del aprendiz son usados como una plataforma para alcanzar los formales.</p> <p>En esta instrucción interactiva, los estudiantes son estimulados a explicar, justificar, convenir y discrepar, cuestionar alternativas y reflexionar.</p>
De interconexión	<p>Los bloques de contenido matemático (numeración y cálculo, álgebra, geometría, ...) no pueden ser tratados como entidades separadas.</p>	<p>Las situaciones problemáticas deberían incluir contenidos matemáticos interrelacionados.</p>

Fuente: Rodríguez, E. (2013) pp. 3-4

4.2.6 STEM4MATH

Ko Melief, Anke Tigchelaar y Fred Korthagen (2009) en colaboración con Martine van Rijswijk (Universidad de Utrecht) establecen cinco principios sobre la formación realista del profesorado:

Principio 1. El punto de partida son las cuestiones que emergen de la práctica y que experimenta el profesor/a en formación en un contexto real del aula.

La formación como docente empieza en la observación de situaciones concretas del aula, en las que participan activamente. A partir de este método inductivo, se realiza una formación realista, los docente enlazan sus experiencias con representaciones de los futuros docentes. Nunca se debe empezar con la introducción de teorías objetivas.

Principio 2. La formación realista pretende fomentar una reflexión sistemática.

La reflexión debe partir del aprendizaje natural, a través de las diferentes experiencias, evitando así el aprendizaje dirigido. Korthagen (2001) diferencia cinco fases:

- Acción o experiencia.
- Mirar hacia atrás (hacia la acción).
- Tomar conciencia y formular los aspectos importantes de la propia actuación.
- Buscar y preparar comportamientos alternativos.
- Comprobar su eficiencia en una nueva situación.

Principio 3. El aprendizaje es un proceso social e interactivo.

Las discusiones en grupo son absolutamente necesarias para dar paso a la reflexión de los alumnos. El aprendizaje empieza cuando se juntan un grupo de personas con distinto contexto, aprendizajes y experiencias. Esto provoca que los futuros docentes conozcan nuevas experiencias y así conocen nuevas formas de enseñanza y reciben una retroalimentación con sus compañeros.

Principio 4. Se distinguen tres niveles en el aprendizaje en la formación de profesorado (nivel de Representación, Esquema y Teoría), y se trabaja en los tres niveles.

- Nivel de representación: se basa en las reacciones que realizan las personas de manera espontaneas en el aula. Estas reacciones se basan en necesidades, valores, opiniones, sentimientos, etc.
- Nivel de Esquema: en este nivel se encuentran aquellas situaciones en las que las personas reflexionan y discuten. Así pueden emplear los contenidos de esa experiencia en otras similares.
- Nivel de Teoría: en este nivel se construye un orden con los contenidos de los niveles anteriores. Se analizan las diferentes experiencias y se llega a una teoría coherente.

Principio 5. En la formación realista se considera a los profesores/as en formación de personas con una identidad propia, a cuyo efecto se fomenta la autonomía y la construcción autorregulada del desarrollo profesional.

Se basa en que los docentes construyan su propio potencial y transferirlo a otras personas. Como referencia a los puntos anteriores, la perspectiva derivada del aprendizaje realista se puede resumir en los siguientes puntos:

- Co-construcción del conocimiento: se forman una relación entre lo que enseña el docente, las experiencias que tiene el propio alumno y la retroalimentación de sus compañeros.
- Colaboración entre iguales: la interacción es un punto importante para el desarrollo de procesos cognitivos superiores. En relación a esto, destacar las propuestas de los enfoques vygotskyanos, que defienden la idea de la construcción del conocimiento a través del conocimiento de cada estudiante y el docente.
- Reflexión individual y grupal: el proceso de formación debe disponer de un acompañamiento colaborativo. Se debe de intervenir a través de la pedagogía y el docente debe seguir su propia formación.
- Autorregulación: el estudiante debe ser capaz de resolver sus propios problemas, y sus propias circunstancias. De esta manera el estudiante aprende de una manera autónoma y regula su propio aprendizaje. Para ello es necesario que el docente aporte los instrumentos necesarios.
- Desarrollo de competencias profesionales: un docente profesional no es solo aquel que resuelve problemas profesionales. También debe de tener la capacidad de reflexión sobre sus propios conocimientos, habilidades y motivos.

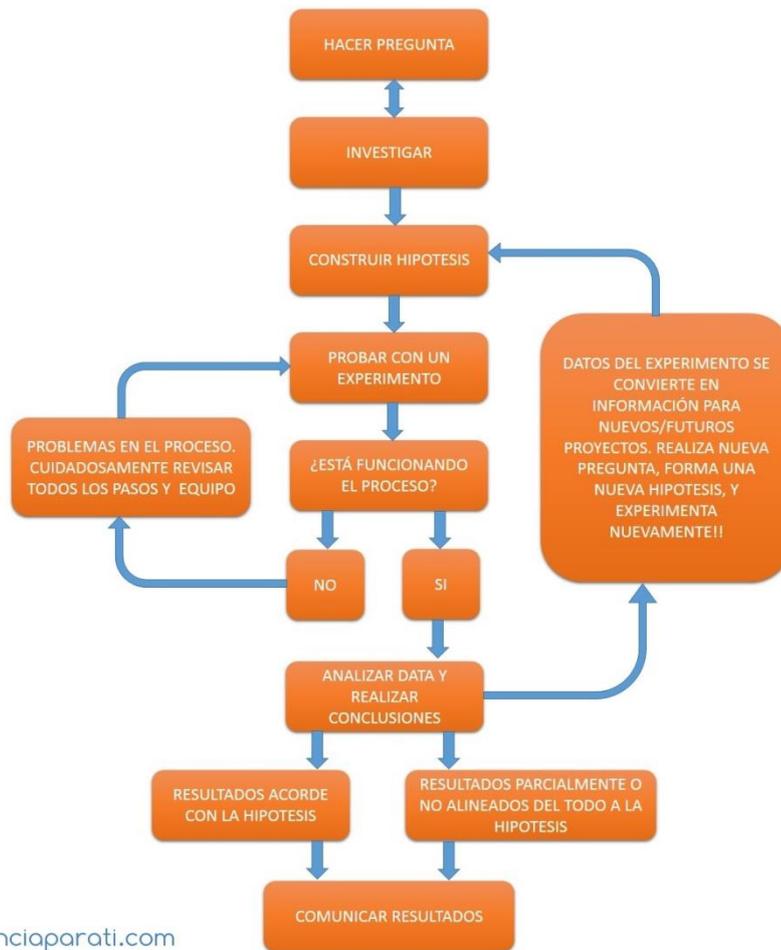
4.2.7 El método científico

El método científico es definido como el “proceso destinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos y enunciar leyes que expliquen los fenómenos

físicos del mundo y permitan obtener, con estos conocimientos, aplicaciones útiles al hombre” (Medina, 2017).

El método científico contiene seis elementos: observación, preguntas, hipótesis, experimentación, análisis y conclusiones y comunicación de los resultados, como se observa en la figura 4.

Método Científico - Etapas



Cienciaparati.com

Figura 4: Etapas del método científico

Fuente: “El método científico”. Blog “CienciaWeb”.

Sin embargo, Medina (2017) basándose en el libro de Alejandra León “El método científico” propone un método científico más extendido dedicado a la Educación:

1. Planteamiento de las preguntas a través de la observación: la observación nos permite descubrir discrepancias en la realidad a través de varios métodos, no solo exclusivamente a través del campo visual.
2. Formulación de preguntas: los problemas que se descubran o se generen a lo largo de una investigación pueden comprenderse a través de preguntas que solucionar.
3. Planificación de la investigación: la planificación consiste en definir un método de trabajo que comprenda las líneas de investigación que se van a desarrollar.
4. Utilización de instrumentos para obtener datos precisos y comparables: durante la investigación se recogen numerosos datos que deben ser analizados. Estos datos pueden tener un carácter cualitativo o cuantitativo. Para obtener estos datos es necesario desarrollar las habilidades necesarias para el uso correcto de los instrumentos que nos permiten hallar estos datos.
5. Búsquedas de fuentes fiables de información: los datos obtenidos suelen obtener valor cuando se les organiza y se descubren las relaciones que tienen entre ellos y con el objeto de investigación.
6. Reflexión colectiva de los descubrimientos hechos (formulación de hipótesis): en la sociedad actual es muy importante la capacidad del trabajo cooperativo. En el caso del campo educativo, se puede relacionar con la inteligencia interpersonal de Gardner, que desarrolla la capacidad de comprensión a los demás y actuar acorde a unas normas sociales preestablecidas. En el caso del método científico, para plantear una hipótesis es necesario conocer diferentes puntos de vista y obtener así, una idea más completa.
7. Experimentación. Comprobación de la hipótesis. una vez conseguido formular la hipótesis, es necesario contrastarla con la experiencia. Para ello se debe experimentar varias veces empleando diversas variables que se estimen

oportunas. Los resultados no tienen por qué ser positivos siempre, puede darse el caso de que la hipótesis sea errónea y se deba formular una nueva.

8. Formulación de teorías y extrapolación de los resultados: una vez obtenidos resultados positivos en la comprobación de la hipótesis, esta se considera una teoría, es decir, una explicación al fenómeno que estamos estudiando.
9. Comunicación de los resultados: para el desarrollo científico es de vital importancia que todos los conocimientos que se descubran sean comunicados a la comunidad científica.

4.2.8 Metodología en el proyecto STEM4MATH

El proyecto STEM4MATH parte de una base metodológica centrada principalmente en las matemáticas realistas (la enseñanza de las matemáticas en relación a la vida diaria del alumno) y el aprendizaje basado en problemas (una metodología basada en el planteamiento de un problema a los alumnos que les ayuda a la adquisición de conceptos y habilidades).

Algunos trabajos que sirvieron de guía o de inspiración para el desarrollo del proyecto STEM4Math son los siguientes;

Proyecto SECURE (FP7: <http://www.secure-project.eu/>)

Este proyecto se realizó para conocer la actitud de los alumnos a la metodología STEM. Los resultados demostraron que los niños de 8-12 años muestran menos interés, por ello el proyecto STEM4MATH se centra en este rango de edad.

Proyecto FIBONACCI (FP7: <http://www.fibonacci-project.eu/>) Diseminación de la ciencia basada en la investigación y las matemáticas en Europa.

El proyecto STEM4MATH se basa en la indagación incluyendo aspectos importantes dentro de la metodología STEM4MATH, y los contextos más destacados de la vida real.

Proyecto (<http://www.mascil-project.eu/>) Matemáticas y ciencia para la vida

Este proyecto presenta buenas prácticas en matemáticas, donde se encuentran contextos y actividades enriquecedores para los alumnos. Está basado principalmente en ciencia.

Erasmus + projectnummer 2015-1-BE02-KA101-012154 este proyecto realizado por la escuela de secundaria de Flandes presenta buenas prácticas, en colaboración con otros países europeos, para explotar conocimientos, pedagogía, métodos, currículo y evaluación de la metodología STEM.

Las actividades que se desarrollan dentro del proyecto sTEM4Math se evalúan a través de rúbricas sobre las matemáticas realistas (figura 5), el aprendizaje basado en problemas (figura 6) y una tercera rúbrica englobando los avances del alumno (figura 7).

MATEMÁTICAS REALISTAS	Nombre Actividad
Principio de actividad (learning by doing)	
Principio realista (para el niño)	
Principio de reinención (descubrimiento)	
Niveles: Sin contexto(1), situación (2), referencial (3), generalización (4), formal / resumen (5)	
Principio de interacción (entre los estudiantes)	
Principio de interconexión	

Figura 5: Principios de las matemáticas realistas

ABP	Nombre de actividad
Preguntar (descubrimiento por experimentación)	
Interacción (con el profesor)	
Evaluación formativa compartida	
Realista (para el niño)	
Adaptado al currículum	

Figura 6: Principios del ABP

STEM4MATH	Nombre actividad
Nada (1), Independiente (2), Multi (3), Inter (4), Trans (5) --Disciplinar	
Práctico	
Pensamiento crítico/profundo	
Interacción	
Realista (para el niño)	
Desarrollar habilidades y conocimientos	
El profesor tiene un claro objetivo	
Adaptado a la diversidad	
Adaptado al contexto	
Dominio afectivo	
Pensamiento visible	

Figura 7: Rúbrica de evaluación del proyecto STEM4MATH

Para la realización de las propuestas, cada actividad debe seguir un modelo didáctico. Este modelo se divide en: contexto, metas, metodología, organización, “coaching” y evaluación.

- El contexto abarca el problema que inicia la actividad. Este problema debe estar basado en una realidad cercana al alumno.

- Dentro de las metas, encontramos los conocimientos y habilidades necesarias para la actividad y los elementos curriculares relacionados.
- En la metodología encontramos la cronología de las actividades y los materiales que se facilitan a los docentes en el desarrollo del proyecto.
- La organización cuenta con el material, la temporalización y los grupos en los que se dividen los alumnos.
- Dentro del “coaching” engloba las preguntas clave, los cambios necesarios para adaptar las actividades a los alumnos, etc.
- En la evaluación debe contar con un asistente para el profesor y otro para el alumno.

Algunos ejemplos de actividades que se desarrollan en este proyecto son:

- Finlandia: Misión a Marte y Sistema solar/ Robot en Marte
- Bélgica: Fabrica de bebidas y Las sombras.
- Suecia: Pulso sanguíneo y “Tomato house project”
- España: El tiempo pasa y ¿Cómo crecemos?
- Portugal: ¿Cuál es la mejor compostadora? y ¿Cómo reutilizar el acetite de cocina?

5. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 PARADIGMA INTERPRETATIVO

En la definición de paradigma se puede encontrar varias propuestas. Destacar la definición de Khun (1986), el cual define “como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica”. Un paradigma provoca una distinción entre las comunidades científicas, ya que observan la realidad de una forma distinta, bajo unos criterios diferentes. Por ello es necesario que cada paradigma debe abarcar varios principios (González, 2003).

- Supuesto ontológico. Es la naturaleza de la realidad que se investiga y por ende es la realidad en la que se basan los principios del investigador.

- Supuesto epistemológico. Es la relación entre el investigador y el objeto de investigación. La investigación debe partir desde la objetividad y se deben emplear procedimientos de las ciencias naturales para lograr una relación distante. En el caso de que la investigación sea subjetiva, individual e irrepetible, la relación entre el investigador y el objeto de estudio será estrecha.
- Supuesto metodológico. Abarca el modo de lograr los conocimientos de la realidad que se estudia. Se encuentran la perspectiva metodológica, los métodos, las técnicas, etc. que emplea el investigador y con el que se establece una relación lógica.

En cuanto a las funciones de los paradigmas, Patton (1995) las resumen en:

1. Coordinadora: organiza las ideas de los investigadores de un paradigma con la realidad.
2. Estabilizadora: evita una contradicción dentro del paradigma, negando cualquier novedad que modifiquen las ideas básicas del paradigma.
3. Integradora: ayuda a la comprensión de las ideas dentro de un paradigma a través de un lenguaje concreto.
4. Organizadora: ayuda a establecer unas normas para la elección de los objetos de estudio, los instrumentos, metodologías, etc. que se emplea.

Los paradigmas se clasifican en positivista y el interpretativo. Sin embargo, a partir de la teoría crítica de Habermas (1973, 1984, 1988) se crea un nuevo paradigma denominado sociocrítico.

5.1.1 Definición de Paradigma interpretativo

El paradigma interpretativo se formó a través de las ideas de autores como Dilthey, Rickert y Weber. Las corrientes de este paradigma están basadas en el análisis de la sociedad y se basan en la metodología cualitativa.

Esta investigación se basará en el paradigma interpretativo debido a que no se centra en realizar ningún cambio en la realidad, solamente pretende llevar a cabo un diagnóstico de la metodología STEM en el aula de Educación Primaria.

Las investigaciones se basan en intentar comprender e interpretar los actos humanos para saber su significado dentro del contexto educativo, partiendo de la idea de que la realidad es *múltiple, holística y dinámica* (Schuster, Puente, Andrada y Maiza, 2013). Se recalca la importancia de la opinión de los sujetos involucrados en la realidad estudiada.

Las características del paradigma interpretativo son (Patton, citado por Merino, 1995, pp. 33-35):

1. Investigación naturalista: las investigaciones analizan la realidad tal y como es, sin ninguna intervención o alteración de las variantes que la forman.
2. Análisis inductivo: los análisis empiezan desde preguntas abiertas hasta alcanzar los detalles del objeto de estudio, al contrario que en la deducción donde se parte de una hipótesis
3. Perspectiva holística: el objeto de estudio se trabaja desde una totalidad, un conjunto de variables interrelacionadas entre sí, creando relaciones de causa-efecto.
4. Datos cualitativos: se realiza una descripción detallada del objeto de estudio usando *anotaciones directas que captan las experiencias y perspectivas personales* (González, 2003).
5. Contacto e insight personal: la relación entre el investigador y la gente implicada es directa.
6. Sistemas dinámicos: la realidad presenta un cambio constante es un factor importante dentro de la investigación.

7. Orientación hacia el caso único: cada individuo es considerado como único, y se debe analizar de una manera transversal entre casos.
8. Sensibilidad hacia el contexto: el contexto es un elemento importante en cada investigación, depende del tiempo y el espacio donde se desarrolle el estudio.
9. Neutralidad empática: no se puede pretender realizar una investigación estrictamente objetiva, ya que el análisis que realiza el investigador se ve influenciado por las experiencias del propio investigador y por lo tanto siempre será subjetivo.
10. Flexibilidad del diseño: la investigación puede sufrir numerosas modificaciones, sin tener un diseño de investigación rígido.

5.1.2 Características de la investigación cualitativa

En el libro de “Introducción a los métodos cualitativos de investigación”, Taylor y Bogdan (1987) consideran que toda investigación cualitativa tiene diez características:

1. La investigación cualitativa es inductiva. Los investigadores se encargan de desarrollar conceptos a partir de datos, en vez de recoger datos para evaluar hipótesis preconcebidas. En las investigaciones cualitativas los modelos son flexibles y se inician a partir de una pregunta.
2. En la metodología cualitativa el investigador ve el escenario y a las personas en una perspectiva holística. Las personas, los escenarios o los grupos no son meras variables, sino que el investigador estudia su contexto y su situación actual.
3. Los investigadores cualitativos son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de estudio. Los investigadores no interactúan con el entorno, al menos hasta no comprender el entorno (R. Emerson, citado en S. Taylor y R. Bogdan 1996). Blumer (1928) contrasta la investigación naturalista con otras estrategias como los experimentos de

laboratorio, estudios centrados en productos, estudios de reconstrucción de hechos. La concepción de Blumer se basa en distintos contrastes:

- a. Se investiga la realidad, no un entorno creado artificialmente.
 - b. Se estudian los procesos sin la intervención del investigador, para así no afectar al contexto de la investigación.
 - c. La obtención de datos se realiza a través de estrategias flexibles, todo ellos a través de la decisión del investigador.
 - d. Se analiza el objeto de estudio en la situación actual.
 - e. El modelo del proceso se reconstruye continuamente, al contrario de una investigación basada en una hipótesis fija.
4. Los investigadores cualitativos tratan de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas. Es esencial el estudio de la situación del objeto de la investigación tal y como se encuentra en ese momento. Los investigadores deben sentirse como las personas que se encuentran dentro de la realidad del estudio.
 5. El investigador cualitativo suspende o aparta sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones. El investigador observa las cosas como la primera vez sin dar nada por supuesto Bruyn (1966).
 6. Para el investigador cualitativo, todas las perspectivas son valiosas. El investigador cualitativo debe tener en consideración todas las perspectivas de su objeto de estudio, ya que todas son importantes.
 7. Los métodos cualitativos son humanistas. Las metodologías que empleamos para estudiar a las personas influyen en la visión que tenemos de ellas. Al

estudiar a las personas de una forma cualitativa las comprendemos a un nivel individual y las características de su vida cotidiana.

8. Los investigadores cualitativos ponen en relieve la validez de su investigación. Los métodos cualitativos se emplean para establecer una relación estrecha entre los datos y las personas que se estudian. Al conocer sus contextos obtenemos un conocimiento de su vida social sin la necesidad de emplear tablas o escalas.

En cambio, los investigadores cuantitativos se centran en la reproducibilidad de la investigación y en su confiabilidad, concepto que es muy defendido por algunos autores cualitativos.

9. Para el investigador cualitativo, todos los escenarios y personas son dignos de estudio. Es necesario comprender que no hay un escenario o grupo de personas que no sea válido de estudiar, ya que todos comprenden una serie de características que los hacen irrepetibles y únicos.
10. La investigación cualitativa es un arte. Las investigaciones cualitativas no se han regido por un método común que haya provocado una homogeneización como ha ocurrido en otros enfoques. Los investigadores llevan un método flexible que puede variar en según qué escenario o según qué investigador lo utilice.

5.1.3 Antecedentes históricos

La metodología cualitativa tiene una larga tradición tanto en el campo de la psicología como en las Ciencias Sociales. Wundt (1900-1920) y Verstehen emplearon la metodología cualitativa tanto en métodos de descripción como en psicología. Por la misma época surgió una disputa en la sociología alemana sobre la concepción monográfica de la ciencia, basada en la inducción, y un enfoque más empírico (Bonb, 1982, pág. 106). En cambio, en Norte América, los métodos como estudios de caso métodos descriptivos o biográficos fueron muy importantes durante principios del siglo XX.

Sin embargo, los enfoques cuantitativos contaron con una relevancia mayor que las metodologías cualitativas. En 1960 la sociología norteamericana surge la crítica a la investigación social cuantificadora con una gran influencia (Cicourel, 1964; Glaser y

Strauss, 1967). Esto llevo al renacimiento de la investigación cualitativa dentro de las ciencias sociales y más tarde en la psicología (Jüttemann, 1985). Los debates de ambas posturas (EEUU y Alemania) se dieron en momentos distintos y fases distintas.

5.1.4 Validez, confiabilidad y muestreo

La investigación cualitativa tiene tres pilares fundamentales: la validez, la confiabilidad y la muestra.

La validez implica que la observación, la medición o la apreciación se basen en conocer la realidad que se investiga y no otra. Durante esta investigación todos los datos obtenidos se ajustan fielmente a la realidad sin ningún tipo de alteración.

La confiabilidad se define como la extracción de resultados estables, seguros e iguales en distintos momentos. La confiabilidad externa se produce cuando esos resultados obtenidos por otros investigadores en condiciones similares son los mismos. En cambio, la confiabilidad interna se produce cuando hay varios observadores que concuerdan los datos obtenidos con la realidad que se investiga.

La muestra según Álvarez-Gayou (2003) es “la representatividad de un universo se presenta como el factor crucial para generalizar los resultados”. En esta investigación la muestra será de diez docentes. Los criterios de selección y características de los mismos serán detallados posteriormente.

La validez y la confiabilidad se obtienen dentro de una investigación a través de técnicas como por ejemplo la triangulación de métodos o de investigaciones. La triangulación se basa en el empleo de varios métodos para verificar los resultados obtenidos, y así obtener varias opiniones de varios investigadores sobre estos datos.

En cambio la confiabilidad se basa en la reducción del error de medición al mínimo (R. Hernández Sampieri y cols. 1998). Eisner (citado por M. Martínez 1999) propone una colaboración estructural, la cual consiste en unificar los datos obtenidos y hallar conexiones entre sí.

De aquí surge el concepto de triangulación, como hemos definido anteriormente es el empleo de varios métodos, perspectivas, técnicas, etc. para aportar rigor, amplitud y profundidad a la investigación (Denzin y Lincoln 1998).

Norman Denzin propone cinco tipos:

1. Triangulación de datos: empleo de diversas fuentes de datos
2. Triangulación de investigadores: empleo de diferentes investigadores
3. Triangulación de teorías: empleo de varias perspectivas para analizar los datos
4. Triangulación metodológica: empleo de varios métodos para analizar el objeto de estudio. Para esta investigación no se llevara a cabo ninguna triangulación puesto que solo se llevara a cabo una técnica de recogida de datos, la entrevista. La justificación se detallara posteriormente.
5. Triangulación interdisciplinaria: la participación de investigadores de varias disciplinas que aporten riquezas. Este tipo de triangulación fue propuesta por Valiere Janesick (1998).

En el caso de la investigación cualitativa no es necesario tener una investigación basada en la representatividad. En el caso de estudios de caso o de investigaciones subjetivas no es imposible pensar en una generalización.

Otro concepto que surge en la investigación cualitativa es la saturación. La saturación se define como el momento en el cual se obtiene la información que es igual, repetitiva o similar a la que ya se ha obtenido. Surge por ejemplo en grupos de discusión, en el cual llega un momento en la investigación que los datos obtenidos son repetitivos con los que ya tenías.

5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS: LA ENTREVISTA Y LA OBSERVACIÓN PARTICIPANTE

Para la obtención de datos para esta investigación se emplean la entrevista y la observación participante. La razón por la cual solo se emplean estas técnicas se debe a que el objetivo general de esta investigación es conocer la implementación de metodología STEM, la percepción y la praxis de los docentes. Por lo cual, serán los

docentes, a través de estas entrevistas y la observación participante del investigador, los que pueden dar toda la información necesaria para cumplir este objetivo.

5.2.1 La entrevista

Mayer y Ouellet (1991) y Taylor y Bogdan (1996) lo definen como una conversación íntima cara a cara en el cual se realiza un intercambio recíproco de información. Durante ese intercambio, el sujeto entrevistado se convierte en un representante de un grupo social y aporta información general sobre los procesos sociales y las convenciones culturales (Schwartz, y Jacobs, 1984). También se debe tener en cuenta de que el investigador no tiene por qué participar en todos los eventos relacionados con la entrevista, por ello los sujetos aportan esa información al entrevistados (Cannell y Kahn, 1993)

Características y tipos de entrevista

La entrevista se presenta como una técnica de obtención de datos, que puede dividirse en diferentes tipos según sus características (López y Deslauriers, 2011). Grawtiz (1984) presenta una tipología de entrevista según “el grado de libertad” y el nivel de profundidad”: 1. Entrevista clínica, 2. Entrevista profunda, 3. Entrevista de respuestas libres, 4. Entrevista centrada, 5. Entrevista de preguntas abiertas y 6. Entrevista de preguntas cerradas.

1. Entrevista clínica: el sujeto entrevistado elige los temas donde se enfoca la entrevista, y en muchas ocasiones, el entrevistador solamente se interesa por las aportaciones del entrevistado. Suele emplearse con fines terapéuticos.

2. Entrevista profunda: el entrevistador es el que sugiere el ritmo de la entrevista, manteniendo una libertad en el proceso de la entrevista y en la forma de responder el entrevistado. Al contrario que en la entrevista clínica, esta entrevista no se suele utilizar con fines terapéuticos y el objetivo es limitado.

3. Entrevista de respuestas libres y 4. Entrevista centrada: a pesar de que Grawtiz diferencia ambas, López y Deslauriers (2011) las explican como un tipo de entrevista en la cual se realizan numerosas preguntas donde se ofrece una orientación flexible al entrevistado. Sin embargo, la entrevista centrada presenta un método más cerrado que la entrevista de respuestas libres, debido a que los objetivos son más precisos.

5. Entrevista de preguntas abiertas: las preguntas son redactadas anteriormente pero el entrevistado puede responder libremente siempre que se ciña al marco de la pregunta. Este tipo de entrevista será el empleado para la obtención de la información necesaria en esta investigación, ya que permitirá obtener una mayor cantidad de información sobre los participantes. La entrevista es aportada por el departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática, y se dividirá en dos partes: la primera un cuestionario que aporte cierta información del entrevistado pero evitando cualquier posible identificación del participante. La segunda parte tratara de un conjunto de preguntas divididas en tres bloques: cuestiones generales sobre STEM, la enseñanza a través de la metodología STEM y la enseñanza de las matemáticas. Ambos documentos se encuentran en el Anexo I y Anexo II

6. Entrevista de preguntas cerradas. Este tipo de entrevista es la más estructurada, consta de un conjunto de entrevistas redactadas de una forma anticipada, que deben desarrollarse en un orden fijo, y en las cuales las respuestas tienen una elección limitada.

La muestra

La muestra es el conjunto de participantes a los que se les va a llevar a cabo la entrevista. Esta engloba diferentes tipos de individuos (según su edad, género, profesión, etc.).

Para este trabajo se realizara un muestreo probabilístico por saturación de información, se realizaron entrevistas para extraer información hasta que los datos obtenidos llegaron a ser repetitivos. Los sujetos tenían que cumplir una serie de criterios:

- Tener al menos una titulación de magisterio y al menos un año de experiencia como docente.
- Encontrarse dentro de un rango de edad de entre los 18 y los 65 años.

En total quedaron 10 sujetos que cumplían los requisitos mencionados anteriormente:

Tabla 6: Participantes entrevistados

Código	Sexo	Edad	Experiencia (años Primaria)	Titulación extra	Formación	Cursos	Alumnos clase	Alumnos colegio	Tipo colegio	Metodología
P1	H	25-35	2	Filosofía Master secundaria celta	Nada	6° Primaria	Max 20	420	Rural privado	Transmisiva y rincones
P2	H	35-46	13	Postgrado	Cursos de tecnología y matemáticas	5°-6° Primarias	20-22	420	Rural privado	Trasmitiva con apoyo de otras técnicas
P3	M	>56	30	Nada	Cursos CFIE	5°	18	400	Rural publico	Transmitiva
P4	H	36-45	2 ciencias 2 ICT	No	No	ICT 1°-6°	16-20	450	Rural privado	Trabajo por proyectos, libro de texto
P5	H	36-45	11	Grado medio Conservatorio	Metodologías activas	6°	16-18	261	Rural	Transmisiva, centros de interés,

				profesional de Música	aplicadas ala matemáticas					neuroestimulación metodologías activas
P6	H	36-45	2 ciencias 2 ICT	No	No	ICT 1°-6°	16-20	450	Rural privado	Trabajo por proyectos
P7	H	46	15	-	-	1° - 6°	-	200	Publico Rural	
P8	M	35	9	-	-	3°	14	200	Publico Rural	
P9	M	-	2	EOI y conservatorio	Cursos de las nuevas metodologías	4°	16	-	Concertado	Trabajo coopertaivo
P10	H	36-45	15	Carrera de piano	Ninguno	5°	25	200	Urbano concertado	Transmisiva

Obtención de la información

Para una correcta realización de la técnica presentada es necesario tener en consideración varios factores: la entrevista debe realizarse sin ningún ruido o persona que pueda incomodar al entrevistado, el participante debe conocer el objetivo de esa entrevista y se le debe asegurar el anonimato y la confidencialidad de sus declaraciones.

Mayer y Ouellet (1991; también citado en López y Deslauriers, 2011) mencionan algunas aptitudes que el entrevistador debe tener durante la entrevista:

- *Inspirar confianza.*
- *Suscitar y mantener el interés.*
- *Escuchar y no intervenir, excepto en los momentos propicios.*
- *Reducir las distancias que pueden crear las diferencias de status social de cultura ente él y su interlocutor.*
- *Reducir las barreras psicológicas reconociendo y dándole la vuelta a los mecanismos psicológicos utilizados (huida, racionalización, esconderse, etc.)*
- *Aprovechar el campo de conocimientos del informador y explotarlos.*

Además de las aptitudes, otros autores tal es el caso de Tremblay (1968; también citado en López y Deslauriers, 2011), destacado algunas las actitudes, como por ejemplo:

- *Apertura de espíritu: dejar libre curso al verbo del informador*
- *La empatía: escuchar lo que dice el informador comprendiendo su punto de vista.*
- *La aceptación incondicional: estar disponible a la persona interrogada e interesarse por lo que dice.*
- *La actitud no directiva: no hacer intervenciones que tiendan a modificar de alguna manera lo que es dicho por el interrogado o lo que hace durante la entrevista.*
- *El rechazo de considerar toda respuesta como definitiva: examinar de manera crítica las informaciones obtenidas.*

- *El silencio cuando el interlocutor habla: evitar de emitir su propia opinión o apreciación de hechos antes que el interrogado haya respondido a las cuestiones.*
- *La ayuda al interrogado: no se deben reforzar las respuestas ni tampoco empujarlas hacia prejuicios, informaciones recibidas de otros.*

Con las nuevas tecnologías, el empleo de una grabadora o un dispositivo móvil es una de las herramientas más empleadas para recoger la información de la entrevista. A pesar de ser bastante útil, es necesario considerar que no todos los entrevistados pueden encontrarse cómodos con el uso de estos instrumentos. En el caso de esta investigación todos los docentes aceptaron por propia voluntad el empleo de un dispositivo móvil con función de grabadora para registrar las entrevistas.

Del discurso oral al escrito: la transcripción

El paso de un discurso oral a uno escrito es una fase importante dentro de la entrevista, puesto que ayuda a realizar el análisis de las respuestas que el participante aporta. La transcripción debe realizarse correctamente empleando tanto nuestra memoria como el material que guardamos en la grabadora.

Taylor y Bogdan (1996 también citado en López y Deslauriers, 2011) sugieren algunos consejos para la realización de la transcripción:

- *Tratar de identificar las palabras clave que la persona interrogada utiliza; así, con la ayuda de éstas, es posible reconstruir frases enteras.*
- *Tratar de acordarse del principio y del fin de la conversación; en general, una cuestión demanda una respuesta que lleva a otra cuestión. Acordándose del principio, la analogía ayuda al observador a recordar la sustancia de largos monólogos.*
- *Dibujar un diagrama de los lugares observados ayudará a recordar los desplazamientos y a hacer resurgir los eventos, conversaciones e incidentes momentáneamente olvidados. Rehacer mentalmente el camino realizado ayudará a recrear la cronología de los eventos y servirá de ayuda para la memoria.*
- *Cuando es posible, el investigador tomará notas durante las entrevistas o las observaciones. Son pedazos de frases, citas que le ayudarán a acordarse de la conversación cuándo llegará el tiempo de redactar. Sucede sin embargo, que las*

personas interrogadas no dan su consentimiento para tomar notas; intimidados, ellos se sienten juzgados y sienten confusamente ser observados quitándole su sentimiento de colaboración. En este caso, es mejor no hacerlo: una buena entrevista tiene más importancia que algunas notas garabateadas aprisa que hacen desconfiar a la persona.

Para asegurar el anonimato y la confidencialidad de los participantes, en esta investigación no se aportaran las transcripciones completas. Solamente aparecerán aquellas que sean significativas para el análisis en los resultados de esta investigación.

La constitución de los datos

La información obtenida debe ser analizada para responder a los objetivos que se marcan en la investigación. Para ello se debe reducir, agrupar y comparar esta información y así se podrá realizar el análisis (López y Deslauriers, 2011).

Para la fragmentación del texto se debe codificar la información, es decir asignar un código, palabra, etc. De este modo se identifica la información o a los participantes. En esta investigación se le realizaron los siguientes códigos: los docentes se identifican con P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, evitando así cualquier dato que pueda dañar el anonimato de los mismos. En cuanto a los nombres que se aportan en el contexto de las entrevistas, se cambian por otros para mantener el anonimato.

La siguiente etapa se basa en la elaboración de un sistema de categorías y subcategorías que permitan agrupar la información codificada. Las categorías que se plantean para esta investigación son las siguientes:

- Definición: haciendo referencia al constructo teórico de los docentes con respecto a su conocimiento y percepción de CTIM/STEM.
- Elementos didácticos: es el conjunto de metodologías que emplea el docente. Este objetivo específico permitirá identificar si los docentes emplean metodologías activas en el aula. De todas las metodologías activas, esta investigación se centrara en Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo y Matemáticas realistas, evaluación del proceso de enseñanza/aprendizaje.

- Factibilidad de la implementación: para que un proyecto sea factible debemos tener en cuenta: recursos humanos, si los docentes conocen los proyectos STEM, si están dispuestos a realizar el cambio de metodología y si el currículo de primaria permite la aplicación de este enfoque educativo a través de proyectos STEM.
- Matemáticas: el proyecto STEM4MATH se basa en el Aprendizaje Basado en Problemas y en las Matemáticas Realistas, por lo cual se hace necesario analizar la situación educativa en la que se encuentra esta disciplina y los contenidos que mayor esfuerzo, por parte del docente y de los alumnos, requiere durante el proceso de enseñanza/aprendizaje.

5.2.2 Observación participante

La observación participante se distingue de la observación, puesto que si existe una interacción por parte del observador y puede intervenir en la realidad del grupo estudiado (Campoy y Gomes, 2009). Goetz y LeCompte (1998) definen la observación participante como una técnica en la que el investigador vive entre la gente que estudia, así llegar a conocerlos, conocer su lenguaje y sus formas de vida a través de una interacción con los sujetos de una forma diaria.

Para obtener la mayor cantidad de datos el investigador debe participar en el mayor número de actividades posibles, para observar e integrarse dentro del grupo. Durante la observación se realizaron algunas entrevistas (formales o informales), con el fin de facilitar la descripción e integración (Goetz y LeCompte, 1998).

En el caso de esta investigación, el investigador se integra dentro de un aula de 6º de Primaria en un centro de Segovia. Para no dañar la confidencialidad del centro y de los alumnos y docentes, solo se detalla que el grupo clase cuenta con 18 alumnos entre ellos dos repetidores y el docente tutor emplea fundamentalmente la metodología tradicional durante el proceso de enseñanza/aprendizaje. La observación se realiza durante una semana y la observación se lleva a cabo durante las horas destinadas a la asignatura de Matemáticas puesto que era la única asignatura que la docente impartía dentro de las disciplinas STEM. Las demás asignaturas eran impartidas por varios profesores y no pude realizar la observación en esas clases.

Ejecución

Para realizar las observaciones el investigador debe realizar una serie de consideraciones como la ética, establecer relaciones, el proceso de realizar observaciones y las notas de campo y registro (Goetz y LeCompte, 1998):

- Ética: el investigador debe comunicar a la comunidad el fin de la investigación y las actividades que debe realizar. Se debe tener en cuenta el anonimato de los participantes.
- Establecer relaciones: para obtener el acceso se debe determinar el lugar de observación y obtener los permisos correspondientes. La observación se realizara en el centro que se describió anteriormente y cuenta con los permisos requeridos.
- Proceso de realización de las observaciones:
 - o Observación descriptiva: se observa todo.
 - o Observación enfocada: se obtiene información de entrevistas y del seguimiento de una guía.
 - o Observación selectiva: la observación se centra en las actividades detalladas.
- Notas de campo y registro: se debe tener en cuenta el número de participantes, edad, sexo, etc. Se debe detallar las actividades en las que se participa, las acciones y palabras de las personas, etc. El observador deberá detallar lo máximo posible las notas que se redactan. Las notas obtenidas en esta investigación se verán reflejadas en el Anexo III

5.3 MÉTODO DE ANÁLISIS: EL ANÁLISIS DE CONTENIDO

5.3.1 Conceptualización del Análisis de Contenido

El análisis de contenido se trata de una técnica de interpretación de textos, ya sean escritos ya sean escritos, grabados, pintados, filmados, etc. cuyo factor común es “su capacidad para albergar un contenido que leído e interpretado adecuadamente nos abre las puertas al conocimientos de diversos aspectos” (Andreu, 2000).

El análisis de contenido sirve para recoger información a través del método científico, es decir que es objetiva, sistemática, replicable y válida. Además, la cualidad del análisis de contenido que la diferencia de las demás técnicas es la combinación de la observación y recogida de datos con la interpretación y análisis de datos (Andreu, 2000).

La interpretación de los datos se puede dar de una forma directa, donde los datos obtenidos son obvios y el sentido que pretende dar el autor es más directo, y de forma indirecta, donde el sentido del documento es más oculto (Andreu, 2000).

Los datos obtenidos tanto los expresos por el autor y los latentes, se ven captados por un contexto. Este contexto se forma por todas las referencias que engloban a l contexto y ayudan al lector a entender el texto (Andreu, 2000).

Berelson (1952) defiende que el análisis de contenido es “una técnica para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación”. Según Andreu (2000), la objetividad se obtiene al emplear procedimientos que pueden ser empleados por otros investigadores para obtener resultados susceptibles de verificación. En cuanto a la sistematización son las pautas que abarcan el contenido que se analiza (Andreu, 1998). La cuantificación requiere que se recuente la cantidad de indicadores de los fenómenos estudiados, además se defiende que actualmente además de reconocerlos se deben interpretar (Andreu, 2000). Y por último, Berelson incorpora la cualidad de “manifiesto” que según Andreu (2000) se trata de la verificabilidad y fiabilidad de los datos a analizar.

5.3.2 Componentes del Análisis de Contenido

Según Andreu (2000), la técnica de análisis de contenido debe contener 5 componentes:

1. Determinar el objeto o tema de análisis
2. Determinar las reglas de codificación
3. Determinar el sistema de categorías
4. Comprobar la fiabilidad del sistema de codificación-categorización
5. Inferencias

1. Determinación del objeto de análisis

El objeto de análisis es aquello que se pretende analizar, para ello debemos saber que se conoce sobre él, si se estudia en algún marco teórico, etc. Bunge (1989; pp195) entiende el objeto de análisis como “una dificultad que no puede resolverse automáticamente sino que requiere una investigación conceptual o empírica”. En el caso de esta investigación el objeto de análisis es la opinión de los docentes sobre la incorporación de la metodología STEM en las aulas.

Tras conocer el objeto de estudio y el marco teórico donde enmarcar la investigación, necesitamos conocer que material es necesario para llevar a cabo el estudio. En lo que se refiere a esta investigación, emplearemos 10 entrevistas semiabiertas a docentes de varios centros para obtener la información que requerimos.

También es necesario limitar las unidades de muestreo, la unidad de registro y la unidad de contexto. La unidad de muestreo es aquella parte de la población que va a ser estudiada, en nuestro caso son los docentes a nivel de Europa. La unidad de registro es la parte específica del muestreo que va a ser estudiada, en el caso de esta investigación se trata de los 10 docentes analizados. Y la unidad de contexto es la parte del muestreo que sirve para caracterizar una unidad de registro. En esta investigación, la unidad de contexto serían las declaraciones más destacables en las entrevistas.

2. Determinar las reglas de codificación

La codificación se basa en una transformación de la información obtenida en datos. Para ello es necesario establecer unas pautas o reglas que nos permitan realizar esta codificación. Bardin (1996 2ª ed.) establece 7 reglas de codificación:

- La presencia o la falta de elementos significativos en un texto, como el enfocarse en un tema específico o no hablar sobre una opinión.
- La frecuencia no sirve para declarar si un dato del texto es importante o no, según la frecuencia con la que se trate en el documento.
- La frecuencia ponderada nos ayuda a conocer que elementos del texto son importantes y en qué orden según su frecuencia.
- La intensidad puede afectar en el sistema de enumeración. Según Osgoog (1959) debemos tener en cuenta el tiempo verbal, adverbios adjetivos, atributos, etc. que se emplean en el texto.
- La dirección es necesaria para establecer el sentido bidireccional del texto.
- El orden se establece según diferentes criterios (importancia, temporalidad, la función del dato, etc.)
- La contingencia es “la presencia simultánea en un momento dado de dos o más unidades de registro en diferentes niveles de códigos o contextos” (Andreu,2000)

3. Determinar el sistema de categorías

La categorización es “una operación de elementos constitutivos de un conjunto por diferenciación, tras la agrupación por analogía, a partir de criterios previamente

definidos” (Bardin, 1996 2ªed.), estos criterios sirven para agrupar los datos con aspectos comunes entre ellos.

4. Comprobar la fiabilidad del sistema de codificación-categorización

Los datos fiables son aquellos que no varían a pesar de los diferentes análisis que se realicen. La fiabilidad se define como una “función del acuerdo alcanzado entre los codificadores sobre la asignación de las unidades a las diversas categorías” (Andreu, 2000).

5. Inferencias

Durante el análisis de un texto el investigador extrae inferencias o conclusiones en el texto. Las inferencias sociológicas que se pueden extraer en un texto son ilimitadas según Krippendorff (1990). Estas pueden ser sistemas, estándares de evaluación, índices, comunicaciones y procesos institucionales.

5.3.3 Tipologías del análisis de contenido clásico

Andreu (2000) defiende que podemos encontrar tres tipologías de análisis que derivan del análisis de contenido tradicional: análisis temático, el análisis semántico y el análisis de redes:

- El análisis temático solo aborda términos, independientemente de las relaciones que existan entre ellos. Las técnicas más populares son la lista de frecuencia, la identificación y clasificación temática y la búsqueda de palabras. Aunque lo más frecuente es realizar la búsqueda y emplear otra técnica para el análisis, es decir que esta técnica se usa antes del inicio del análisis.
- El análisis de contenido semántico crea una estructura de las relaciones y provoca que todas las ocurrencias concuerden con la estructura creada. Este tipo

de análisis se enfoca en la relación que existe entre las temáticas que se abordan, por ello es importante definir claramente que patrones son importantes. Un tipo de análisis semántico popular es el análisis de “matriz semántica”, en el cual es necesario definir que modelos de relaciones van a ser codificados antes de llevar a la práctica el análisis.

- El análisis de contenido de redes se “centra en la ubicación relativa de ciertos componentes” (Andreu, 2000). Además hay que tener en cuenta que si existen unas relaciones concretas entre términos, conceptos o temas, se puede llevar a cabo un análisis más complejo con matrices semánticas.

5.3.4 Análisis de Contenido cualitativo

El análisis de contenido cualitativo se basa en “un conjunto de técnicas sistemáticas interpretativas del sentido oculto de los textos”. La intención de esta técnica es emplear las ventajas del análisis cuantitativo y emplear los procedimientos del análisis interpretativo, pudiendo profundizar en el material analizado, su contenido y son texto social.

Las ventajas de este tipo de análisis serian (Andreu, 2000):

- Análisis del material dentro de un modelo de comunicación: nos permite conocer que parte de la comunicación infiere en el comunicador.
- Reglas de análisis: el análisis se debe llevar a cabo con una división previa del objeto de estudio.
- Categorías centrales de análisis: durante la investigación se van creando diferentes categorías que sufren cambios por un “feedback” continuo que ayuda al investigador a crear ideas fundamentales.
- Criterios de fiabilidad y validez: los procedimientos de control de la calidad se realiza a través de una triangulación de los resultados con otros estudios

similares. Esto permite analizar mejor el contexto del objeto de estudio y de llegar a una “reducción de los códigos de búsqueda de teorías interpretativas” (Andreu, 2000).

Modelos de desarrollo de categorías deductivas

Un análisis de contenido cualitativo parte de una teoría, que va dando lugar a un conjunto de códigos y categorías. Lo principal es dar una definición explícita ejemplificada y con una serie de reglas de códigos en cada categoría deductiva, para explicar las características del texto para codificarlo con cada categoría. Las categorías que se van a emplear para este análisis se encuentran definidas en el apartado anterior sobre la entrevista.

Elementos fundamentales en los diseños de análisis de contenido cualitativo.

Los pasos fundamentales para desarrollar un análisis de contenido cualitativo son similares a un análisis de contenido cuantitativo. Andreu (2000) los divide en:

- Esquema teórico: en una investigación cualitativa el objetivo está basado en descubrir, captar y comprender una teoría, en cambio en la investigación cuantitativa se busca más una comprobación de una teoría (Olabuenaga, 1996).
- Tipo de muestreo: en una investigación cualitativa es necesario que el investigador se encuentre en la mejor posición para obtener la información más importante. El muestreo debe aportar tanto cantidad como calidad de la información necesaria. Podemos distinguir entre un muestreo opinático, en el cual el investigador selecciona los documentos por criterios personales, o muestreo teórico, aquel que se basa en teorías generadas para que el investigador colecciona, codifique y analice los datos que den lugar a una teoría mejor. Este tipo de muestreo no sigue unas reglas fijas, sino que va modificándose a medida

que avanza la investigación. El muestreo que se empleara en esta investigación ya ha sido definido anteriormente.

- **Sistemas de códigos:** los códigos son una gran ayuda para interpretar los datos, pero nunca deben tomarse como elementos fijos puesto que van variando continuamente. Se pueden encontrar distintos modos de categorizar los datos para analizarlos se pueden distinguir 3 tipos de categorías: comunes (edad, sexo, lugar de origen, etc.), especiales (aquellas que se emplean en determinados grupos sociales) y teóricas (aquellas que ayudan en la elaboración de los marcos teóricos). Y también podemos hallar 3 tipos de codificación básica a nivel cualitativo: inductiva (se basa en partir del texto para obtener los temas más importantes), deductiva (el investigador parte de una teoría para analizar el texto) y mixta (empleando ambas técnicas) (Andreu, 2000). Al igual que ocurre en el apartado anterior, los códigos empleados para llevar a cabo esta investigación se encuentran definidos en apartados anteriores.
- **Control de calidad:** para realizar la validación del análisis hace falta demostrar que se haya localizado el núcleo del objeto de estudio. Se debe tener un conocimiento teórico sobre la investigación para conocer situaciones similares que puedan figurar en otros trabajos. Es necesario que se tomen “medidas de precaución” para mantener la calidad de los datos obtenidos.

5.4 CUESTIONES ÉTICAS

El Comité de ética para publicaciones (COPE) se fundó en 1997 para evitar que en las investigaciones no se cometiesen faltas éticas. Según este comité los elementos de la investigación en los que puede llegar a realizar una infracción ética son:

Diseño del estudio y aprobación ética: la investigación debe estar diseñada correctamente y aprobada éticamente. Esta investigación se ciñe a los protocolos de investigación, centrándose en la resolución de preguntas específicas. Todos los

participantes que intervienen en esta investigación han sido debidamente informados y han dado su consentimiento. Además este trabajo ha sido supervisado por dos tutores.

- **Análisis de datos:** todos los métodos y fuentes empleados para el desarrollo de la investigación se han dado a conocer y todos los análisis se encuentran detallados.
- **Autoría:** la autoría sopesa las contribuciones intelectuales, el diseño, análisis y redacción del estudio, además de la recolección de datos y otros trabajos rutinarios.
- **Publicación redundante:** es estudio propuesto no repite ningún otro publicado.
- **Plagio:** todas las fuentes de información que se han empleado para la realización de este estudio están correctamente citadas.

5.5 CRITERIOS DE RIGOR

En este proyecto realizare un análisis de credibilidad de mi trabajo sobre la evaluación del proyecto STEM4MATH, basado en la elaboración de sesiones donde las disciplinas de Matemáticas, Ciencias, Ingeniería e Informática se desarrollan de forma transversal. Para realizar este análisis me basare en los criterios de Guba (1989):

- **Credibilidad:** Guba (1989): se refiere a este término como un criterio de veracidad. Esto se debe a que en el desarrollo de una investigación pueden presentarse dificultades de interpretación, por lo que se deben de obtener unos descubrimientos aceptables en los que no se puedan provocar errores de interpretación. Para lograr esta credibilidad emplearemos:
 - **Trabajo prolongado:** esta investigación se llevará a cabo durante el desarrollo del proyecto STEM4Math, por lo tanto, la investigación tendrá una duración que lleve a conseguir un abanico de datos amplio y así se aportará veracidad a la investigación.

- **Observación persistente:** durante el desarrollo de las sesiones en los centros, la observación se realizará por el mismo investigador, por lo tanto, será más sencillo resaltar los datos más relevantes y se excluyan los irrelevantes.
 - **Recogida de material de adecuación referencial:** los datos obtenidos serán recogidos a través de grabaciones, documentos, diarios del investigador... Así se evitará la pérdida de datos importantes durante la investigación.
 - **Comprobación de cada dato** para lograr una coherencia estructurar y evitar así conflictos externos.
 - **Adecuación referencial:** tras finalizar el proyecto se realizará un análisis de la propia investigación.
- **Transferibilidad:** este concepto se refiere a la dificultad de comparación de la investigación con otro trabajo debido a que el contexto en que él se desarrolla esta investigación es irreplicable, y solo habrá una oportunidad para recoger los datos, por ello:
- **Recogida abundante de datos:** para poder desarrollar una investigación completa y válida.
 - **Descripción minuciosa del contexto** para poder comprender el proceso que da lugar a los resultados obtenidos en la investigación, teniendo en consideración no violar el anonimato no la confidencialidad de los participantes.
- **Dependencia:** se basa en la necesidad de conseguir una estabilidad de los datos obtenidos. Para lograr esta estabilidad debemos:

- **Emplear métodos solapados** como la entrevista junto con la observación participante. Ambas técnicas están detalladas en apartados anteriores.
 - **Establecer una pista de revisión.** Se debe explicar todo el proceso que se ha llevado durante la investigación y poder corroborar los resultados con el progreso de la investigación.
- **Confirmabilidad.** Este concepto se centra en evitar las preferencias entre el autor y la investigación y con ello conseguir que no se desarrollen prejuicios en el proyecto.
- **Saturación:** conseguir las pruebas y las evidencias necesarias para evitar los prejuicios.
 - **Descripción minuciosa del contexto** que abarca la investigación para conocer en detalle el proceso.
 - **Pruebas documentales en forma de anexos** para complementar el proyecto.

6. RESULTADOS

Tras la realización de las entrevistas y la observación participante, se realiza el análisis de los datos obtenidos. Para ello se clasifican los datos en las categorías que se han determinado anteriormente.

6.1 ¿QUÉ ES STEM/CTIM?: LA DEFINICION SEGÚN LOS DOCENTES.

En este primer apartado se pretende responder al primer objetivo específico, el cual pretende conocer la visión de los docentes sobre STEM/CTIM a través del siguiente enunciado:

Determinar la definición de los docentes con respecto a los conceptos CTIM/STEM a partir de su praxis.

El producto de la aplicación de las técnicas de investigación como la entrevista y la observación participante se ha podido identificar que los docentes tienen un conocimiento casi nulo del concepto de STEM/CTIM, como demuestran las diferentes citas:

“No sabemos lo que es ni lo usamos ni aplicamos. Seguimos con una metodología muy tradicional” (P1)

Como podemos observar, el participante P1 hace referencia sobre la educación actual, que sigue estancada en los métodos tradicionales de emisor-receptor. Bautista (2013) a través del artículo “Metodología tradicional /metodología activa- participativa” en la revista digital El Recreo menciona que “con esta forma de dar clase (metodología tradicional) lo único que se consigue es que los alumnos pierdan el interés por la asignatura, se aburran, se distraigan y se encuentren totalmente desmotivados”. Esta opinión destaca la importancia de cambiar esas metodologías tradicionales de emisor-receptor por otras alternativas que ayuden al proceso de enseñanza/aprendizaje. También destacar la importancia que da Santos Guerra (2002) sobre el papel del docente en el proceso de enseñanza/aprendizaje, defendiendo que “Resulta claro que el profesorado es la pieza clave de ese reto que conlleva la atención a la diversidad”. Por lo cual también debemos destacar que el factor humano, concretamente el papel del docente es un pilar básico dentro de la educación del alumno.

Al igual que el P1, otros también afirmaron no tener conocimiento sobre esta metodología, negando rotundamente poseer alguna información sobre ella, cuando se les hizo la siguiente pregunta: “¿Conoces el acrónimo STEM/CTIM? ¿Cómo se define STEM/CTIM en tu país, colegio y aula?”:

No (*risas*) (P2)

No (P3)

Yo no lo conozco (P8)

Yo tampoco (P7)

No (P9)

Yo de STEM no sé nada (P10)

Esta negativa se puede manifestar por dos motivos: los docentes emplean exclusivamente aquellas metodologías que más conocen y saben que los resultados con los alumnos son positivos, tal como aseguro el P1. Otro motivo puede ser que la metodología STEM se encuentre en una fase de introducción en la educación española y no haya varios proyectos sobre esta metodología, lo que conlleva que los docentes no tengan un punto de partida para emplear la metodología STEM en el aula.

Otra opinión similar es la que aporta P4 el cual opina lo siguiente:

En España no se tiene el concepto ni se utiliza ni se practica salvo algunos colegios (P4)

Esta afirmación se encuentra ligada a lo propuesto anteriormente, ya que este profesor menciona que en España este tipo de metodología todavía no se encuentra, salvo en ocasiones concretas, dentro de las metodologías del docente.

En cambio, algunos participantes sí conocen la metodología STEM y la definen de la siguiente manera:

Sí. Yo lo definiría como el trabajo realizado con ciencias, tecnología y matemáticas de forma interdisciplinar. También el trabajo relacionado con ingeniería, pero yo lo utilizo menos en el aula (P5).

STEM in Spain is not understood as what it really means. I understand it as links between S+T+E and M. And also its applications to the real world. Other skills. With project based learning, it's problem-solving, collaborating. INTEGRATED (P6).

En ambas definiciones se menciona la interdisciplinariedad como un elemento básico de la metodología STEM/CTIM. Sin embargo, P5 engloba todas las disciplinas en ese proceso de interdisciplinariedad. Esta definición se relaciona con la aportada por

Pascual (2016) el cual la define CTIM como “una disciplina que propone proyectos interdisciplinares (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) aprovechando los elementos comunes entre las asignaturas. Se incluyen también los contextos y situaciones que pueden encontrar los alumnos en su día a día y los materiales necesarios”. En el caso de P6, se sitúa a las matemáticas como una disciplina central que establece enlaces con las demás disciplinas. Por lo tanto, la definición que se le aporta dentro de la educación española a la metodología STEM/CTIM se encuentra en un enfoque distinto que en otros sitios de Europa.

Se puede concluir que la metodología STEM/CTIM no es un concepto conocido por la mayoría de los docentes participantes, aunque si es empleado por algunos de ellos. Esto puede afectar a la didáctica de los docentes dentro del aula, elemento que se analizara en el siguiente apartado.

6.2 ¿CÓMO ENSEÑAN LOS DOCENTES EN EL AULA?

En este apartado se analiza el segundo objetivo específico de la investigación. Este objetivo se basa en las metodologías y recursos que emplean los docentes en el proceso de enseñanza/aprendizaje:

Identificar los elementos didácticos que los docentes emplean en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las disciplinas STEM.

El proceso de enseñanza/aprendizaje es dirigido de manera individual y única por cada docente. Se sigue encontrando profesores que siguen empleando la metodología tradicional de emisor- receptor. Un ejemplo de esta metodología se recoge en la siguiente cita de mi diario de campo:

Rápidamente los alumnos menos motivados empezaron a realizar otras actividades como dibujar, ordenar el estuche o mirar por la ventana como los niños de otro curso realizaban su tarea de educación física. Al terminar la explicación, el docente mando una serie de tareas y casi la totalidad de los alumnos tenían que releer la lección porque no habían conseguido adquirir los conceptos de esta lección. (DC, 03/04/2017)

Sin embargo, cada vez es más habitual encontrar metodologías que tengan un papel más activo por parte de los alumnos, las denominadas metodologías activas. Algunos de los docentes si llegan a aplicar estas metodologías activas como es el caso de P4:

En mis clases no hay más que tecnología y una metodología basada en proyectos (P4)

Mi idea es avanzar a eliminar el libro de texto (P1)

Dentro de estas metodologías encontramos algunas como aprendizaje basado en problemas. Algunos docentes entrevistados si emplean esta metodología activa como es el caso de P1, P5 y P6:

Sí se trabaja con problemas y sí se aplican las matemáticas. (P1)

La clase se organiza en grupos de cuatro personas, se les presenta un problema y se resuelve en pequeños grupos (P5)

Some activities need to be designed. Coding activities they need to ask questions. Where is the problem, how can I fix it? (P6)

Estos tres docentes deciden presentar un problema a los alumnos para que obtengan el conocimiento mientras descubren la solución. Esto provoca que se fomente el aprendizaje cooperativo, una metodología que puede emplearse como un pilar base durante el proceso de enseñanza/aprendizaje, o como un elemento anecdótico temporal. Los docentes P1, P2, P5, P6, P9 y P10 destacan la importancia de esta metodología para lograr que los alumnos sean capaces de adquirir los contenidos que se trabajan:

Cada uno tiene un rol, investiga una parte, hacen póster que luego comparten (P1)

La cooperación es lo más básico de todo, si no lo haces, te vuelvo a insistir tú haces unos grupos y tienes que tener muy claro quién va en este grupo quien que saber dónde meter a este y a este y con quien... pero es la clave (P2)

La clase se organiza en grupos de cuatro personas, se les presenta un problema y se resuelve en pequeños grupos. Ejemplo: para trabajar las potencias, cada

alumno traerá cuatro 4 lápices de colores y a partir de ahí, se realizan preguntas como "¿Cuántos lápices hay en el grupo de vuestra mesa?, ¿y en toda la clase?". La agrupación normalmente es heterogénea, aunque en situaciones puntuales es homogénea para trabajar la resolución de determinados problemas con diferente grado de dificultad (P5)

Cooperation is looked. Pairs, groups, googleDocs. Colaborative apps. People sharing the same screen. Some good students are blocked when they need to collaborate. Problem solving is also working together. Deciding together is underestimated in Spain (P6)

Que los niños vengan ya sabiendo lo que es un proyecto de comprensión, como tal, pero sí es verdad que trabajándolo desde esta línea, ayuda muchísimo. O sea, cuando llegan en primaria es que los colocas en un grupo cooperativo, les hablas de los roles, a cualquier rutina o cualquier destreza y ¡anda, eso lo hacíamos cuando éramos chiquititos! O sea, que esas cosillas sí se notan. (P9)

Sí, mi intención es que haya cooperación y como estoy también aprendiendo las técnicas, distintas técnicas de aprendizaje cooperativo no tengo un patrón definido que haga todos los años. Huyo, por cierto, de estructuras cooperativas definidas y cerradas, eso es más bien una cuestión de inclinación o de tendencia personal. O sea, que sí que las conozco, que sí que las he usado, a veces, pero no (P10)

Cabe destacar, que el docente P3 no lleva a cabo el aprendizaje cooperativo salvo en alguna ocasión puntual.

No lo practicamos demasiado entre ellos a lo mejor están con compañeros o grupo (P3)

La razón de la falta de uso de esta metodología puede darse por la comodidad que da el libro de texto y el control que se tiene de los alumnos cuando estos se encuentran sentados en sus pupitres. Bautista (2013) a través del artículo "Metodología tradicional

/metodología activa- participativa” en la revista digital El Recreo opina que “todo aquel profesor o maestro que emplea esta metodología en sus clases, para mí, no es un buen (...) Un maestro debe involucrarse en sus clases, hacerlas amenas, novedosas, participativas...”

Otra metodología activa que se encuentra enlazada con el aprendizaje cooperativo es el aprendizaje autónomo, el cual es mencionado por algunos docentes durante la realización de las entrevistas como son:

Bueno, pues en lo que más intentamos trabajar en todas las áreas es en la capacidad que tengan ellos de asimilar esos conceptos trabajándolos solos, ¿no? Pero es verdad que dándoles cierta autonomía, pero también dirigiéndolos. No dejándolos solos, porque no saben orientarse. P9

O sea, tú lo tienes que estar viendo. Es como un constante, ahora esto, ahora esto... Por ir descubriendo cosas nuevas. ¿No? Pero la intención de que sean ellos los que hablen, los que se apoyen, los que se expliquen... O sea, cada vez lo tengo más claro y cada vez lo estoy viendo como algo más valioso. P10

Ambos docentes destacan la importancia de que los alumnos sean partícipes activos en su enseñanza, y que sean ellos los que, con orientación del docente, vayan descubriendo conceptos. Solozarno (2017) comenta que “El ejercicio autónomo posibilita y estimula la creatividad, la necesidad de la observación, sin embargo su trabajo debe ser confrontado por todos los actores de la comunidad educativa e incluso por la sociedad en la cual interactúa”. Por lo cual esta metodología puede favorecer el desarrollo pleno del alumno durante el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Otra metodología enlazada con la metodología STEM pero que a diferencia de las anteriores, se encuentra enfocada en las matemáticas, son las matemáticas realistas. Los docentes que emplean esta metodología son:

Cuando empiezo nuevo tema intento buscar la conexión con la vida real Las habilidades son muy importantes porque les intentamos dirigir, no a la vida laboral, pero sí para la vida real (P1)

La FLL lo lleva directamente dentro ese contexto real y se comunica fuera (P4)

I think there is not much real-world problems. Most activities are trying to engage them (games, quizzes, olympics race). (P6)

Quiero hacer hincapié en que se trabaja con situaciones reales, cercanas a los niños. (P5)

Igual, son básicos. Sí. Y cada vez más, porque el contrastar todo lo que aprenden en el aula. Con la vida real es lo que más les ayuda a ellos a aprender (P9)

En todas las declaraciones, los docentes argumentan que con un contexto real dentro de las actividades, los alumnos comprenden mejor los conceptos. También encontramos algún caso de docentes que intentan realizar este tipo de metodología pero sin los resultados positivos que se obtienen en otros casos, como por ejemplo declara P10:

Alguna vez sí. O sea, lo intento. Lo intento. O sea, intento darle un componente real. O sea, que las matemáticas aparezcan en situaciones reales, pero no siempre puedo. (P10)

Además también existen algunos de los docentes, que al igual que ocurre con el aprendizaje cooperativo, lo emplean como un recurso puntual:

Bueno, los problemas suelen ser de tipo... muy de la vida corriente, de cosas que se compran, lo típico. Objetos habituales (P3)

Sin embargo, Zolkower, Bressan y Gallego (2006, citado en Rodríguez, 2013) argumentan que “la perspectiva realista sostiene que la matemática posee valor educativo, siempre que el alumno comprenda, participe y critique los modos en que esta disciplina organiza diversas esferas del entorno social y natural”. Por lo cual se ve necesario que metodologías como la matemática realista se implementen cada vez más dentro de las aulas.

Otro elemento destacable de este objetivo específico es la interdisciplinariedad que poseen las metodologías de los docentes. Podemos encontrar casos de que la

interdisciplinariedad sea un pilar base, otros docentes que tienen la interdisciplinariedad como elemento puntual, o incluso profesores que no fomentan esta posibilidad dentro de sus proyectos educativos.

Los docentes P1, P2, P5, P7 y P9 si han incluido la interdisciplinariedad dentro de sus lecciones, como podemos ver en las siguientes citas:

Esta idea del IPC trabaja mucho la interdisciplinariedad y la transversalidad. Sí porque hay apartados que son más de ciencias naturales y cosas de sociales o de inglés. Hay una separación de las asignaturas. No hay continuidad entre las clases (P1).

Por ejemplo relacionando matemáticas con Ef., trayendo lo que sea para que aprendan... las tablas de multiplicar no volvimos locos, Miliki todo el día, es decir, esto estamos hablando de una persona que aunque ha sido tutor siempre es otra cosa (profesor de EF) ósea que todas las búsquedas que yo hacía era dando palo de ciego. La Wix, acuérdate de la Wix, eso está dentro de lo que estamos hablando, meterte en informática ponerles una carrera de coches de divisiones y todos querían jugar a eso. El Kahoot, buenísimo. Eso si se utiliza, pero te digo quien lo utiliza, lo utilizo yo Manuel, Francisco, Elena... es decir hay mucha gente de la vieja escuela y hay mucha gente que se centra en la comodidad del libro (P2).

Sí, al ser maestro tutor, me permite poder trabajar transversalmente varias disciplinas. Ejemplo: Cuando se trabaja con el eje de coordenadas, se relacionan las matemáticas (contenidos), la ingeniería, las TIC (se hace en ordenador) y las Ciencias Experimentales con la temática a trabajar. En nuestro colegio y en mi clase, están enlazadas prácticamente en todas las áreas, pues como soy tutor, me puedo permitir trabajar de forma interdisciplinar áreas como Sociales, Naturales, Matemáticas y también competencia lingüística (P5).

He mezclado pues, un poco matemáticas que me venía bien para ciencias o ciencias que me servía para matemáticas, mezclando un poco todo (P7)

Sí. Porque aplicamos todo lo que ya sabemos de una determinada área pues procuramos siempre llevarlo al resto de áreas. O sea, no solo en las de ciencias,

que se ha dicho siempre ciencias y letras, no. Intentamos, pues eso, trabajarlo en conjunto. Y sobre todo ahora que hemos empezado ya con la fase de proyectos, que todas las tardes lo hacemos así, pues procuramos integrar todo. Todo los recursos con los que contamos (P9)

La justificación que dan alguno de los docentes es que los conocimientos no se cierran en una disciplina concreta si no que procurar “trabajarlo en conjunto” (P9). Incluso podemos encontrar algún ejemplo de elementos interdisciplinares como aporta P6:

Definitely. In ICT they do mindmaps (word/docs) interactive quizzes, spreadsheets for searching words, Venn diagrams (similarities / differences between groups of animals (P6)

Mientras que podemos encontrar otros docentes como son el caso de P3, P8 y P10 que no realizan con frecuencia una interdisciplinariedad de los contenidos entre las distintas asignaturas:

Por separado normalmente. Hombre siempre se intenta relacionar cosas como en matemáticas sale algo para ciencias o sale de historia, pero de manera anecdótica
P3

Yo no, no, no. No lo he manejado de forma integrada porque también ha dado la casualidad de que cuando he dado ciencias lo he dado en inglés, cuando he dado matemáticas lo he dado en castellano entonces cada uno de los conocimientos llevan su correspondiente idioma. Así que no podían mezclar lo que sabíamos de matemáticas que lo sabíamos exclusivamente en castellano y lo que sabíamos de ciencias que lo sabíamos exclusivamente en inglés. Así que no. No lo he llevado a cabo. P8

No, en algunas ocasiones sí he hecho alguna cosa en la que participaban estas disciplinas, pero de manera habitual, no. Intento ceñirme al horario que se marca. P10

Aquí confieso que es donde estoy más perdido. O sea, es más me está resultando más difícil encontrar situaciones, o sea, experimentos que se puedan convertir en números. Alguno, pero muy anecdótico P10

Requejo (2012) comenta que “trabajando interdisciplinariamente, se quiere transformar, dirigir la plataforma del conocimiento hacia la realidad más cotidiana”. Por lo cual al trabajar los conceptos en varias disciplinas de manera transversal, no solo conseguiremos trabajar el contenido en su conjunto, sino que el propio alumno tendrá una referencia de la vida real.

Como último apartado dentro de este objetivo específico centrado en la didáctica de los alumnos, no encontramos con un elemento fundamental en el proceso de enseñanza/aprendizaje, la evaluación. La evaluación más empleada por los docentes es la prueba escrita junto con la observación directa, como podemos observar en las siguientes citas:

Los conceptos lo hacemos con un control y luego lo demás un poco en clase, observación directa y un poco el día a día, les vas conociendo como resuelven como enfrentan la tarea (P3)

Fundamentalmente por la inmediatez, los conocimientos y las actitudes. Los conocimientos se ven con pruebas escritas y las actitudes es una observación casi directa del profesor. ¿La competencia? es como el punto donde coinciden, donde convergen los conocimientos y las actitudes ¡Ostras! ¡Es más complicado de evaluar! Más allá de una percepción subjetiva por parte mía. Sí que la evaluación también la voy cambiando, cosa que tú también conoces. Ampliando que no sea sólo una evaluación externa, evaluación entre iguales y autoevaluación. Que da también una imagen, sobre todo de la parte de actitud. Yo no me atrevería a decir que competencias. El tema de las competencias, como implica que es una capacidad que tiene que estar puesta en ejercicio de manera voluntaria es más difícil de valorarlo. En algunos casos sí que tengo la certeza de que hay niños que sí que son competentes porque lo demuestran de manera espontánea, pero si es espontánea ¿cómo podemos valorarla? (P10)

A pesar de ser un contenido que se viene impartiendo en cursos anteriores, algunos alumnos han tenido varias dificultades para responder a ciertas preguntas. (DC, 05/04/2017)

Algunos alumnos con una nota de media de notable alto-sobresaliente, han obtenido una calificación menor a la esperada. Al debatir con ellos para saber el origen de los fallos, prácticamente la totalidad me comentaron que se encontraban nerviosos. (DC, 12/05/17)

También encontramos diferentes formas de evaluación fuera de la prueba escrita como son: el empleo de las rúbricas, la autoevaluación, empleo de diferentes actividades, el trabajo diario, la participación en clase, etc. Estos son algunos ejemplos:

Me gustan mucho las rúbricas. Intento evaluar todos esos aspectos. Evolución, proceso, trabajo, atención, trabajo de equipo, presentación. Hay autoevaluación y evaluación por pares. La rúbrica la tienen antes (P1)

¿Entonces como lo evaluó? Creo que hay cosas dentro del aula que son más importantes que el trabajo en clase, que es la atención en clase, la colaboración la participación. Parece que lo de levantar la mano es una tontería pero no lo es. ¿Cuántas veces has visto a J levantar la mano? ¿E I? todo el día con la mano levantada pero luego la diferencia de lo que saben es abismal, entonces las cosas en clase y el trabajo de clase es lo más importante. Matemáticas usas las gominolas, la Wix, la regleta, etc. Y tienes tantas cosas que parece EF y dices por ejemplo Diego estaría (sin interés), sin embargo Costa y Gloria estarían (más atentos), Antonio, Ignacio, etc. Es decir, eso es superevaluable, ahí tienes una manera de evaluar que no es el examen, puedes hacer preguntas en clase, cuestionarios que no son un examen, así los chavales se relajan más, no es un examen no es nota, y puedes saber lo que saben. (P2)

Competencias aparecen en las rúbricas. Tienen autoevaluación donde ellos mismos evalúan sus competencias. Ellos conocen la fórmula con porcentajes explícitos. Cada apartado de los 3 entra en la rúbrica Nota por equipo y nota individual-se tiene en cuenta- pero fija el profe 80% y entre pares 20%. Rúbricas

de los proyectos para la evaluación. Hay feedback y re-entrega. Del STEM, la S y la T están impregnados en una E mayúscula. Technological report con especificaciones (abiertas), first ideas (croquis), matriz de decisión, desarrollo de la solución (planos, materiales, acciones, presupuesto), taller. (P4)

- Competencias: A partir de la realidad, se les propone un caso práctico, cuando lo han resuelto, se da por hecho que han interiorizado la competencia. También se trabaja así la competencia lingüística.
- Conocimientos: Evaluación continua, normalmente con preguntas tipo test para ver si han asimilado los conceptos.
- Actitudes: A través del diario de maestro y la observación diaria (P5)

I use rubrics to evaluate their work (P6)

Como conclusión de este apartado, destacar la importancia de que a pesar de no conocer el acrónimo STEM/CTIM algunos profesores si han llevado a la práctica proyectos interdisciplinarios. Sin embargo, en cuanto a la evaluación encontramos algunos docentes que apuestan por realizar una prueba escrita, acorde con la metodología tradicional del proceso de enseñanza/aprendizaje. No obstante, también encontramos docentes que emplean otros recursos para realizar la evaluación. Ahora bien, se tiene que analizar si la falta de desarrollo de estas metodologías y evaluaciones es debida a una falta de factibilidad por parte de los docentes, del currículo de educación o del material necesario. Este análisis le realizaremos en el siguiente apartado.

6.3 ¿DÓNDE SE ENCUENTRA EL OBSTÁCULO?

Durante este apartado se analizará el tercer objetivo específico, el en que se pretende investigar los diferentes factores que dificultan la implementación de la metodología STEM en los centros. Esta sección será dividida en tres factores: factor humano, factor legal (currículo de educación) y factor material.

Definir si los docentes consideran factible la implementación de la interdisciplinariedad de las disciplinas que proponen los modelos STEM (Matemáticas, Ingeniería, Tecnología y Ciencias) en sus procesos de enseñanza/aprendizaje.

El primer factor que se va a analizar es el factor humano, concretamente, descubrir su actitud al desarrollar los procesos de enseñanza/aprendizaje. Ante esto encontramos diferentes citas:

Cuando quiero hacer algo de matemáticas me busco la vida.

Hay cierta falta de comunicación.

Si un alumno no lo coge, tengo que hacer refuerzos o revisiones, pero ya estoy en otro tema (P1).

Haber yo conozco casos por ejemplo JA que es hipertransversal, si están hablando de la vista, por ejemplo, trae un ojo de vaca sacrificada y lo pone para que vean lo que ve la vaca. Pero no es lo habitual, lo que creo que es que es libro, libro silla, silla. Depende del profe, de la motivación del profe, porque eso en un problema, la libertad de cátedra está muy bien pero se puede bien utilizar o mal utilizar, por ejemplo, libertad de cátedra (simula a un profesor solo sentado en la silla) o libertad de cátedra (un profesor más activo). (P2)

Knowledge and skills go hand in hand, but for me skills are far more important. Maybe they cannot use a loop in a program but can explain what they need. You have to practice a skill and knowledge is short term.

Autonomous learners need skills to LEARN (not the answers, but the ability to find them). (P6)

Sí, sí. Y acabo viendo que funciona un aprendizaje cooperativo más libre, no tan estructurado. Pero repito, que esto es una decisión personal por ver que da buenos resultados antes

Pregunta: Incluso ¡aunque hayas tenido buenos resultados luego pruebas otras cosas!

Sí, sí, sí. Porque pueden ser mejores (P10).

Entre estas citas encontramos una semejanza, que es la actitud del docente a la hora de preparar o impartir unos contenidos. Todos mencionan que el docente es el que decide el esfuerzo que se aplica al proceso de enseñanza/aprendizaje, distinguiendo, en algunos casos, aquellos que se actualizan continuamente la cantidad de metodologías y actividades que conocen, e incluso, esas mismas actividades intentan mejorarlas tras ejecutarlas en el aula (como menciona P10).

En cambio, otros docentes defienden que no todas las metodologías son aplicables a cualquier contexto, como es el caso de P8:

Sí, de hecho el que no lo haya visto viable de momento no significa... Sí, claro que comparto su opinión, por supuesto. Pero creo que tiene que darse en contexto específico. Creo que en mi contexto, no lo he visto así (P8).

Por añadidura, me gustaría recalcar una propuesta de trabajo que desarrollo P2 durante su entrevista:

Pero yo en mi caso los exámenes fuera o haría uno trimestral o mensual como máximo. Ósea, creo que lo de los deberes es una tortura infame, cada día lo tengo más claro, que no sirve de nada en la mayoría de los casos. Creo que lo mejor es y es lo que hare cuando sea tutor aunque me traiga problemas, pero lo tengo claro, primera reunión de padres, ¿te acuerdas de todas la hojas de apoyo repaso que yo tenía en un pincho? Lo reparto a los padres y digo “no hay deberes” si o veo que alguien va mal en lago le digo al padre que repase eso, y cuando tú puedas, cuando tengas tiempo, que hay padres que trabajan hasta las nueve de la noche, lo haces o el fin de semana, o no lo has hecho y trabajo yo con él. Pero que no estén metidos en casa hasta las siete de la tarde (P2)

Es una propuesta que elimina el trabajo más conocido como “tareas”, pero si un alumno tiene dificultades el docente, en comunicación con los padres, realizan un trabajo individual con el material que el docente aporta al padre.

Otro factor que se analiza es el factor legal, es decir, si el currículo de educación primaria permite la aplicación de estas metodologías, y en concreto la metodología STEM.

Una de las razones que aportan los docentes entrevistados es la organización temporal de las diferentes disciplinas, al encontrarte con un temario demasiado en un corto espacio de tiempo, los docentes se ven incapaces de incluir propuestas novedosas, como se puede leer en las siguientes citas:

No puedes añadir todo lo que querías porque no tienes tiempo. (P1)

Pues en horarios separados, cada asignatura tiene un tiempo y un espacio delimitado. En algunos sitios están empezando por proyectos. Nosotros en infantil si pero en primaria no. (P3)

I only have 1h/week with my students. A lot of that time is dedicated to the use of computers (ofimática). Some time is now dedicated to programming. What they learn is not applied in other subjects. The other teachers don't have the skills and training to do that integration. There are too many specialists and that also makes it more difficult(P6)

Pero está por ver también porque luego tenemos tres libros, uno por trimestre (P9)

Todo junto en el aula como tal, para hacer eso yo creo que habría que cambiar ciertas cosas y quitar ciertas horas de asignaturas troncales para utilizarlos. Me explico. Nosotros tenemos 5 horas de lengua a la semana, para contarles lo mismo en primero, en segundo, en tercer, etc. añadiendo un poquito pero lo mismo. Si en todo eso cogemos y decimos esta hora de lengua la utilizamos para utilizar material, tecnología, vamos a hacer un experimento de ciencias, voy a traer tablets, voy a traer, etc. pero según esta montado ahora mismo el asunto, es ir a mataballo. Entonces, yo creo que habría que cambiar el horario. (P2)

P9 en la siguiente cita, comenta que para realizar un proyecto denominado “engineering plot” tenían que realizar varias actividades fuera del horario escolar:

En primaria, yo creo que no podemos... (Comento el entrevistador) Aquí sí que hacen actividades hay un “engineering plot” que sí que lo trabajan, y bueno, viene a ser un poquito... El año pasado como la construcción de coches y en fin sí que. O sea, que la parte un poco de tecnología... También se trabaja mucho a nivel extraescolar y hay muchos niños interesados y este año están con la robótica. También, ¿y en primaria? También debe ser algo... En primaria, en primaria y en infantil. Que no sé hasta qué punto, pero hay muchos chiquillos. Sí, sí. Y vienen a ser todo... El otro día les ponían ejemplos de los drones, cómo se montan, de qué tienen, de qué es necesario. ¡Muy interesante! O sea, que todas estas cosas, yo sí que pienso que luego pueden venir a servir a aula (P9)

Incluso podemos encontrar a P1, el cual manifiesta que para llevar a cabo un proyecto era necesario no cumplir los requisitos del currículo de primaria. Además critica duramente el currículo español:

La implementación correcta del IPC querría decir que nos saltáramos el currículum. La planificación temporal (P1)

Me parece, y con matemáticas pasa mucho, que son compartimentos estancos y suspender el 1o trimestre y no afecta al 2o. Todo está desconectado. Sobre todo promueve compartimentos estancos, con lo que nos falta esa transversalidad. (P1)

En cuanto a medida, me parece horrible. En mi libro de ciencias no hay nada de medida. En sociales es líneas temporales. En naturales, algún concepto como medir temperatura, coordenadas, pero pasamos por encima, lo vemos de manera puntual y no vuelve a aparecer. Le toca al profesor de matemáticas salirse del libro de texto. (P1)

La legislación nos parece muy monolítica. Tendríamos que buscar los puntos de flexibilidad (P1)

Otras declaraciones, mencionan que el currículo de primaria no permite realizar proyectos interdisciplinarios, e incluso, en lo que respecta a la metodología STEM las disciplinas de ingeniería y tecnología no forman parte de este currículo:

En el centro poco o nada, considero que debería tener más presencia, pero al no trabajar por competencias, no se trabaja mucho. Se trabaja la Ciencia, Tecnología y Matemáticas así como su influencia en la sociedad (P5)

En el país no está implementado porque tenemos la separación por áreas. Ciertamente es que la LOMCE también abre la posibilidad de que se pueda trabajar de manera interdisciplinaria. Creo que son excepcionales los sitios que lo hacen. Se hace pero de manera excepcional. (P10)

Teniendo en cuenta que en primaria se tiene matemáticas y están las ciencias, pero la tecnología y la ingeniería no forman parte del currículo de primaria como tal. A no ser que haya alguna referencia en el currículo. (P10)

Hay contenidos de tecnología que van englobados en la asignatura de ciencias, ya. Pero que no es con ánimo de hacerlo interdisciplinario ni mucho menos. Sino, ¡bueno!, con ánimo de meter ahí un contenido. (P10)

No me lo permite la ley tampoco. Y, yo ya te digo que no lo he visto viable. (P8)

Destacar una declaración de P10, el cual menciona que en el currículo de primaria aparecen algunos bloques de contenidos que no tienen la misma importancia que el resto:

Un vicio del sistema. En honor a la verdad el currículo sí que plantea distintos bloques de las matemáticas y no solamente es la cuestión de aritmética o la cuestión del sistema métrico. Hay una parte muy jugosa de azar, probabilidad, estadística; y por vicio del sistema todos esos aspectos. (P10)

Como conclusión, se puede destacar que hay factores que pueden dificultar la implantación de la metodología STEM en el aula. Sin embargo, el papel del docente influye totalmente para que se puedan desarrollar proyectos basados en este tipo de metodología a pesar de esos obstáculos.

6.4 EL LEGADO DE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL EN LAS MATEMÁTICAS.

En este último apartado se desarrolla la situación de las matemáticas dentro de las aulas, analizando los conceptos más complicados para los alumnos y su relación con otras disciplinas.

Entre los docentes que han concretado los conceptos más difíciles para los alumnos, todos destacan que los alumnos tienen problemas con la geometría (área y volumen) y sexagesimal. Aunque alguno también añade conceptos como los ángulos, los decimales, etc.

Sé que cuesta el tiempo y menos el dinero. Sé que les cuestan los negativos, las coordenadas, les parece “abstracto”. Trabajan temperaturas pero poco (P1)

El sexagesimal, el tiempo y ángulo les cuesta por ejemplo (señala a la pizarra donde hay unos ejercicios de geometría con ángulos y polígonos y una escalera del metro cuadrado) los cuadrados y los cubos. No se hacen a la idea malamente, es decir por mucho que les dices cosas o les muestras cosas. (P3)

Descomponer y el cambio de unidades (P7)

Decimal points, angles, etc (P6)

La medida del tiempo, que también es una cosa a la que se da muchas vueltas. En cuarto a sexto que es en lo que tengo experiencia, porque en primero, segundo y tercero estuve hace muchísimo tiempo, pero de cuarto a sexto lo tengo, lo más difícil es la superficie y el volumen. En las magnitudes bidimensionales y tridimensionales es donde está la mayor dificultad. Bueno, y el cálculo sexagesimal, con el tiempo que alguno no lo pilla.

Tal vez el concepto de superficie esté un poco alejado de la capacidad de un niño medio de 5º y 6º, pero yo lo tengo que dar. Por lo que veo y cuando lo empiezan a hacer de manera manipulativa y demás, no es algo que entre fácilmente en la

mente. Se le puede acabar enseñando una serie de procedimientos mecánicos de numeración pero lo que es el concepto en sí de superficie es difícil para muchos (P10)

Yo creo que de cuarto a sexto, aunque deberían tener las operaciones básicas fijas, y todas las tablas... yo creo que el problema principal son los decimales, las fracciones, y las ecuaciones son números chicos que hasta finales de sexto no lo cogen, ósea operaciones complejas. Porque el cálculo lo tienen, a partir de ahí, la matemática de quinto y sexto es decimales, fracciones, ecuaciones, geometría pero la geometría de área diámetro y empieza a aparecer el número pi, tienes que saber dónde viene, que es, porque aplicas el número pi. Creo que ahí se complica de primero a cuarto es más fácil pero ya ahí se complica. Y sobre todo los niños que vienen de tercero con las operaciones básicas temblando, están muertos ahí ya (P2)

Y entonces a ese nivel a mí me gusta un montón trabajar así las áreas porque realmente se trabajan muchos contenidos. Aquí sé que empezamos ahora con las fracciones, que también es una cosa muy importante, el paso de fracción a decimal, que les cuesta un poquito más.

Es muy gracioso porque les planteas cualquier cosa de decimales y fracciones y se lo pasas a euros y céntimos y te lo sacan a la primera de cambio y de otra forma no te lo ven. Entonces también tenemos un estuche con moneditas de estas... ¡Es verdad! ¡Es que es verdad! (dicen los niños) O sea que todas esas cosillas sí que fracciones, decimales, multiplicaciones, divisiones...es donde más se incide

Sí, en operaciones, ya se empezaba a dividir, multiplicábamos ya con dos dígitos y otra de las cosas que se trabajaba mucho eran los signos de mayor, menor o igual, las igualdades, sí, eso también se trabajó bastante (P9)

De 4º a 6º: Medida de áreas y capacidad. (P5)

De 1º a 3º: Fracciones y volumen (P5)

Por otra parte, tras la realización de las entrevistas se puede observar que muchos de los docentes entrevistados destacan un aislamiento de las matemáticas con las demás disciplinas:

Las matemáticas no se conectan con otras asignaturas. Ni de ciencias ni de ingeniería. En ningún nivel (ni siquiera en universidad). Son feudos separados. (P4)

En teoría es que las matemáticas para mi están en todo pero por ejemplo en ciencias si o en física cuando haces algo de masas o de densidades o cosas de esas lo necesitas, en historia el paso del tiempo o esas cosas también. Pero, es un poco como soporte no como un contenido (P3)

Maths is pretty isolated. And that is wrong (P6)

Lo que pasa es que, como te lo diría, a lo mejor le falta presencia en el cole. Todo gira mucho entorno a la lengua en navidades, villancicos, poema, cuento... pero nunca se hace un circuito de matemáticas, imagínate yéndome yo a mi área, un circuito con varias cosas, multiplicar esto por tanto para saber cuántos pasos tienes que dar y llegar a la siguiente base (P2)

En conclusión, las matemáticas es una disciplina que se encuentra en una situación complicada debido a que algunos contenidos requieren un desarrollo cognitivo por parte de los alumnos, pero sobretodo porque se encuentran aisladas del resto de las disciplinas.

7. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

7.1 CONCLUSIONES

Tras el análisis de los resultados aportados por las entrevistas y la observación participante, se procederá a comprobar si los objetivos propuestos en esta investigación han sido cumplidos.

Recordar que la investigación presentaba un objetivo general y tres específicos. El objetivo general del trabajo era “Analizar la implementación de los modelos interdisciplinarios de STEM (Matemáticas, Ingeniería, Tecnología y Ciencias) en los procesos de enseñanza/aprendizaje, a partir de la percepción y praxis de docentes.” Este objetivo habrá sido logrado si los objetivos específicos han obtenido un resultado positivo acorde al análisis realizado

El primer objetivo específico se basa en “Determinar la definición de los docentes con respecto a los conceptos CTIM/STEM a partir de su praxis”, es decir conocer que entienden los docentes por metodología STEM. Los resultados determinan que el concepto STEM es desconocido para la mayoría de los docentes, por lo que todavía se debe trabajar para conseguir introducir esta metodología en las aulas.

Como segundo objetivo específico se encuentra “Identificar los elementos didácticos que los docentes emplean en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las disciplinas STEM”. Este objetivo pretendía conocer si durante el proceso de enseñanza/aprendizaje se empleaba algún elemento propio de la metodología STEM. Los resultados concluyeron que un porcentaje cada vez mayor de los docentes cambian la metodología tradicional educativa basada en el proceso de emisor-receptor, por metodologías activas como por son el Aprendizaje Cooperativo, Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos o las Matemáticas realistas. También encontramos casos donde los docentes no emplean esta metodología en su totalidad pero sí emplean algunos elementos para completar la metodología que emplean en el aula, como es el empleo de ejercicios con problemas de la vida cotidiana, realización de trabajos en grupos, adquisición de algún concepto concreto a través del planteamiento de un problema, etc.

El último objetivo específico planteado consiste en “Definir si los docentes consideran factible la implementación de la interdisciplinariedad de las disciplinas que proponen los modelos STEM (Matemáticas, Ingeniería, Tecnología y Ciencias) en sus procesos de enseñanza/aprendizaje”. Para lograr este objetivo los docentes tenían que detallar qué elementos o factores podían impedir la implantación de la metodología STEM en las aulas. Los factores fueron reducidos a dos: factor humano y factor legal. El factor humano se basa en conocer si los docentes estaban dispuestos a realizar este tipo de metodología en sus aulas. Todos los docentes distinguieron entre docentes que son más

abiertos en cuanto a metodologías que se pueden emplear, y docentes que se centran en emplear las metodologías que dominan y que dieron resultados positivos anteriormente. En el caso del docente P2 diferenció entre “profesores analógicos” que emplean únicamente la metodología tradicional, y “profesores digitales” aquellos que mantienen un proceso de formación continua con diferentes tipos de metodologías y se encuentran ligados a las nuevas tecnologías. En cuanto al factor legal, este se centraba en conocer si los docentes legalmente podían emplear metodologías como la STEM en el aula. Casi todos los docentes defendieron que legalmente no había una ley o Real Decreto que les impidiese llevar a cabo metodologías de este estilo al aula, mencionando conceptos como la Libertad de Cátedra.

Como conclusión general, los resultados aportados por esta investigación establecen que la metodología STEM se encuentra en un proceso de incorporación al aula de la mano de los docentes “digitales”, que al igual que otras metodologías, como el Aprendizaje por Proyectos que se encuentra ligado a la educación infantil, puede llegar a integrarse en su plenitud dentro de los centros escolares.

7.2 CONSIDERACIONES FINALES

Tras esta investigación es necesario tener en consideración algunos aspectos importantes:

- Debemos sensibilizar sobre la importancia de las metodologías actuales, como la metodología STEM, las cuales proponen un papel más activo a los alumnos, lo verdaderos protagonistas de la educación.
- Para lograr una mejor implantación de metodologías activas en los centros educativos, los centros de formación de docentes deben incorporar en su currículo los métodos de enseñanzas de dichas metodologías. Es de suma importancia tener una evaluación y una reestructuración de al maya curricular en los grados de magisterio para que los procesos de enseñanza/aprendizaje se basen en metodologías que respondan las necesidades educativas de los contextos actuales. Para ello se pueden proponer diferentes líneas de investigación:

- Investigar las diferentes metodologías de enseñanza/aprendizaje que se imparten en la formación de los docentes durante el grado universitario y con ello, lograr identificar si estas metodologías responden a las necesidades educativas del contexto.
 - Realizar propuestas educativas durante el grado de magisterio para que los docentes en formación puedan llevar a cabo diferentes propuestas educativas y poder evaluarlas en un contexto real.
- Realizar proyectos donde se recopilen buenas prácticas basadas en metodologías activas, como por ejemplo STEM4Math. Así los docentes tendrán una base teórica desde la que pueden partir y conocer más sobre las metodologías activas y como introducirlo al aula.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abela, J. A. (2002). Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada.

Alsina, A. (2009). El aprendizaje realista: una contribución de la investigación en Educación Matemática a la formación del profesorado. En M.J. González, M.T. González & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 119-127). Santander: SEIEM.

Alvarado, V. y Meiyen, L. *El método científico*. (Blog “Cienciaweb”). Recuperado de: <http://cienciaweb.com/material-teorico/ciencia/el-metodo-cientifico/>

Álvarez-Gayuou, J.L. (2003) Introducción a la investigación cualitativa. *Como hacer investigación cualitativa: Fundamentos y metodología*. México: Ed Paidós. Ibérica

Aranda, T. J. C., & Araújo, E. G. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. Recuperado de: <http://www2.unifap.br/gtea/wp->

content/uploads/2011/10/T_cnicas-einstrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1. pdf.

Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido* (Vol. 89). España: Ediciones Akal.

Bautista, N. (2013, 19 de marzo) Metodología tradicional/ Metodología activa-participativa. *Revista Digital El Recreo*. Facultad de Educación de Toledo. Recuperado de: <https://revistamagisterioelrecreo.blogspot.com/2013/03/metodologia-tradicional-metodologia.html>

Berelson, B. (1952). *Content analysis in communication research*. New York, NY, US: Free Press

Bruner, J. S. (2001). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Narcea Ediciones.

Bunge, M. (2000). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. México: Ed. Siglo XXI.

Cannell, C. F., & Kahn, R. L. (1979). La reunión de datos mediante entrevistas. *L. Festinger y D. Katz (comps.), Los métodos de investigación en las ciencias sociales*. Buenos Aires: Paidós.

L. Festinger y D. Katz (comps.), *Los métodos de investigación en las ciencias sociales*. Buenos Aires: Paidós. Recuperado de: <http://especializacion.una.edu.ve/iniciacion/paginas/Cannell.pdf>

Comité de ética para publicaciones (2006). *Directrices sobre buenas prácticas para publicaciones* (Material de distribución para la Sesión 12: Ética para publicaciones) Recuperada de: https://www.uta.cl/ddinoticias/adjunto/2014_11.pdf

Driscoll, M.P. (2005). *Constructivism. In Psychology of learning for instruction*. New York: Pearson.

- Estrada, R. E. L., & Deslauriers, J. P. (2011). La entrevista cualitativa como técnica para la investigación en Trabajo Social. *Margen: revista de trabajo social y ciencias sociales*, 61, 2-19.
- Flick, U. (2004), *Introducción a la Investigación Cualitativa*, Madrid: Ediciones Morata S. L.,
- Gagne, R., Wagner, W., Golas, K. y Keller, J. (2005). *Principles of Instructional Design (5th Ed.)* Belmont, C.A.: Wadsworth/Thomson Learning.
- Grawitz, M. (1984). *Métodos y técnicas de las ciencias sociales*. México: Editia mexicana.
- Guerra, M. Á. S. (2002). Organizar la diversidad. *Cuadernos de pedagogía*, 311, 76-80. Recuperado de: <http://educar.unileon.es/Antigua/Didactic/Temas/CP311024.pdf>
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido teoría y práctica* (No. 001.42 K71).
- Lenoir, Y. (2013): Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. *Interdisciplinal*, núm. 1 51-86.
- Maquilón, J. J., Izquierdo, T., & Gómez, C. J. Experiencias de investigación en Educación Infantil y Educación Primaria!.
- Marzano, R. (2007). *The Art and Science of Teaching: A Comprehensive Framework for Effective Instruction*. Alexandria, V.A.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mendoza, Y. D. S. (2017). Aprendizaje autónomo y competencias. *Dominio de las Ciencias*, Vol. 3, 241-253.
- Montessori, M.M.JR. (1992). *Education for human development: Understanding Montessori*. Oxford, UK: Clio.
- Montesori, M (1914) *Dr.Montesori´s Own Handbook*. New York: Schoecken.
- Murillo, F. J. (2003). Investigaciones sobre eficacia escolar en Iberoamérica. *Revista electrónica iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, pp.1-14.

- Osgood, C. E. (1959). *Representational Model and Relevant Research Methods I*. Pool: Ed. Trends in Content Analysis, Illinois Press, Urbana, pp. 33-88.
- Paz, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. México D: Editorial Mcgraw Hill.
- Pérez Gómez, A., & GIMENO SACRISTÁN, J. I. (1983). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.
- Rodríguez, E. (2013) Nociones de la teoría matemática realista, ejemplo de ecuaciones diferenciales. *Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social. Edición N° 16*, pp 90-104.
- Ruggiero, V.R. (1988). *Teaching thinking across the currículo*. New York: Harper y Row.
- Ruiz, F. (2017) *Diseño de proyectos STEAM a partir del curriculum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. (Tesis doctoral). Universidad CEU Cardenal Herrera, Comunidad Valenciana.
- Schuster, A.; Puente, M.; Andrada, O.; Maiza, M. (2013). La metodologías Cualitativa, Herramienta para Investigar los Fenómenos que Ocurren en el Aula. La investigación Educativa. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología. Volumen 4, (Número 2)*. Página 109 — 139
- Schwartz, H.; Jacobs, J. (1984). *Sociología cualitativa*. México: Editorial trillas.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (Vol. 1). Barcelona: Paidós.
- Vygotsky, L. (1930). *Mind in society*. Cambridge: Havard University Press.
- Yakman, G. (2008). StE@M Education: an overview of creating a model of integrative education. Virginia Polytechnic and State University, USA.

9. ANEXOS

9.1 ANEXO I: CUESTIONARIO

PROYECTO STEM4MATH

La entrevista se realiza como paso preliminar del proyecto. Se trata de conocer cómo está la situación en nuestro entorno. La persona entrevistada debe conocer el objetivo de la entrevista y sentirse cómoda. No debe sentirse juzgada ni valorada en ningún momento. La entrevista es anónima. Debe garantizarse la confidencialidad de los datos recogidos para la investigación. Se pedirá permiso para grabar en audio. A posteriori, y según los resultados, se ofrecerá la posibilidad a la persona entrevistada de seguir en el proyecto recibiendo formación y formando parte del equipo piloto.

ENTREVISTA DE PROSPECCIÓN REALIZADA POR:

CUESTIONES SOCIODEMOGRÁFICAS PRELIMINARES PARA
CONTEXTUALIZAR EL ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA

SEXO: Hombre Mujer

EDAD: <25 25-35 36-45 46-56 >56

AÑOS DE EXPERIENCIA DOCENTE COMO TUTOR DE PRIMARIA (PROFESOR
DE CC Y/O MATEMÁTICAS)

¿TIENES ALGUNA OTRA TITULACIÓN A DEMÁS DE
MAGISTERIO/EDUCACIÓN?

¿HAS REALIZADO CURSOS DE FORMACIÓN PERMANENTE DE CIENCIAS,
TECNOLOGÍA O DE MATEMÁTICAS? EN CASO AFIRMATIVO CONCRETAR

¿EN QUÉ CURSO/S IMPARTES MATEMÁTICAS, TECNOLOGÍA Y/O
CIENCIAS?

¿CUÁNTOS ALUMNOS TIENES NORMALMENTE?

¿CUÁNTOS ALUMNOS TIENE EL COLEGIO?

Cuáles?

Questions focusing on teaching STEM:

When teaching STEM, or one of the STEM disciplines, do children **work on problems** in which they need to **design** and/or **do inquiry**? *If so, can you give an example?*

Do they need to **apply mathematics**? *If so, can you give an example?*

Cuando impartes CTIM o alguna de ellas por separado, ¿trabajan los alumnos en problemas en los que deben diseñar y/o investigar? ¿y tienen que aplicar las matemáticas? (Ejemplos)

When teaching STEM, or one of the STEM disciplines, in which way do you pay attention to **meaningful contexts** (e.g. real life problems, outdoor, ...)? *Can you give an example?*

And to **active learning, cooperation** between children, ...? *Can you give examples?*

Cuando impartes CTIM o alguna de ellas por separado, ¿de qué manera haces que el contexto sea significativo (p.ej. problemas reales, fuera del aula,...)? ¿y cómo abor das la cooperación entre los alumnos y el aprendizaje activo?

When teaching STEM disciplines, do you teach in an **interdisciplinary** way? *If so, can you give an example?*

Cuando impartes materias CTIM, ¿lo haces de manera interdisciplinar? ¿Cómo?

When teaching STEM, or one of the STEM disciplines, how do you **assess** knowledge, skills and attitudes? *Can you give an example?*

Which one do you consider as the most important: **knowledge, skills or attitudes**? *Can you clarify your answer?*

Cuando impartes materias CTIM, ¿cómo evalúas el conocimiento, las competencias y las actitudes? ¿puedes dar un ejemplo?. ¿Cuál de las tres consideras más importante? ¿por qué?

Questions concerning Math:

How is the **math curriculum** composed in your country, at your school, especially concerning **measurement**?

¿Cómo es el currículum de matemáticas en tu país y en tu colegio en lo que se refiere al tema de la “Medida”?

Which are **difficult items** in the curriculum concerning math (measurement) for age 9-12 / age 6-8? *Why is this, do you think?*

¿Cuáles son los conceptos más complejos en el currículum de matemáticas en el tema de la Medida en los cursos 4o a 6o? ¿y en 1o a 3o?

In what way is **math already linked to other disciplines** in your country, at your school, in your class?

¿De qué manera están las matemáticas enlazadas con otras disciplinas en tu país, colegio y clase?

9.3 ANEXO III: FICHAS DE OBSERVACIÓN

Ficha 1

Fecha:	03/04/2017
Objetivo de la observación:	Observar una clase de matemáticas típica en este contexto empleando la metodología tradicional.
Descripción de la observación: Me encontraba en la segunda hora de clase durante la asignatura de lengua. El docente se encontraba sentado en su mesa explicando los componentes de la oración mientras los alumnos intentaban prestar atención a las lecciones. Rápidamente los alumnos menos motivados empezaron a realizar otras actividades como dibujar, ordenar el estuche o mirar por la ventana como los niños de otro curso realizaban su tarea de educación física. Al terminar la explicación, el docente mando una serie de tareas y casi la totalidad de los alumnos tenían que releer la lección porque no habían conseguido adquirir los conceptos de esta lección.	
Análisis de la observación: se hace evidente el observar que la metodología tradicional no ayuda a los alumnos de una manera tan eficaz como otras metodologías, ya que, lo propios alumnos tienen que emplear otras técnicas para adquirir los conocimientos.	

Ficha 2

Fecha:	05/04/2017
Objetivo de la observación:	Observar las realización de un examen tras la aplicación de la metodología tradicional
Descripción de la observación: En el día de hoy el docente ha realizado una prueba escrita en la asignatura de matemáticas, sobre las figuras planas, identificación y clasificación. A pesar de ser un contenido que se viene impartiendo en cursos anteriores, algunos alumnos han tenido varias dificultades para responder a ciertas preguntas, sobre todo en los ejercicios de análisis de polígonos, donde tenían que decir todo lo que conocían sobre él.	

Análisis de la observación: uno de los aspectos negativos de la metodología tradicional es la incapacidad de cumplir con las necesidades de todos los alumnos y eso conlleva que algunos discentes no interioricen los conceptos clave.

Ficha 3

Fecha:	12/05/2017
Objetivo de la observación:	Observar una revisión de la prueba escrita.
<p>Descripción de la observación: Durante la clase de matemáticas de hoy, el docente ha entregado la corrección de la prueba escrita realizada el otro día. Primero ha ido corrigiendo en la pizarra las diferentes preguntas que formaban la prueba escrita y detallando los errores más comunes.</p> <p>Sorprendentemente, algunos alumnos con una nota de media de notable alto-sobresaliente, han obtenido una calificación menor a la esperada. Al debatir con ellos para saber el origen de los fallos, prácticamente la totalidad me comentaron que se encontraban nerviosos. Tras estas declaraciones, no puede evitar comentarlo con el docente, quien me dijo que lo tendría en cuenta durante la evaluación final. Personalmente creo que uno de los fallos más graves de esta evaluación es la influencia que tiene un componente como puede ser los nervios.</p>	
<p>Análisis de la observación: tras esta observación, se puede distinguir fácilmente otro de los factores negativos de la metodología tradicional como son las pruebas escritas, ya que durante la realización de estos exámenes, factores como los nervios pueden influir negativamente en el alumno.</p>	