



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Electrónica

**Mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker para la  
enseñanza de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria**

Tesis

Presentada para obtener el título de  
Doctor en Sistemas y Ambientes Educativos

Presenta

Martín Santiago Domínguez González

Director

Dr. Daniel Mocencahua Mora

Codirector

Dr. Juan Manuel González Calleros

Evaluadores externos

Dra. Yunuén Ixchel Guzmán Cedillo

Dr. César Alberto Collazos Ordóñez

Lectoras

Dra. María Andrea Vázquez Ahumada

Dra. Yadira Navarro Rangel

Mayo 2021

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi querida familia.

Especialmente a mi compañera y esposa Diana, agradecido por su amor y paciencia.

A mis adoradas hijas: Dianita, Dana, Margarita, Dennia y Thania.

A mis queridos padres: Olivia y Martín.

Y a todas mis sobrinas y sobrinos como ejemplo para sus vidas.

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

A la Facultad de Ciencia de la Electrónica (FCE) de la BUAP.

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP).

Al Dr. Daniel Mocencagua Mora, con una especial mención por su excelente dirección, acompañamiento y amistad.

Al Dr. Juan Manuel González Calleros por su codirección y especial atención al desarrollo de este trabajo.

A la Dra. Yunuén Ixchel Guzmán Cedillo y Dr. César Alberto Collazos Ordoñez, por sus valiosas recomendaciones a esta investigación.

A la Dra. Yadira Navarro Rangel, por su recomendación que dio origen a este emprendimiento.

A la Dra. Andrea Vázquez Ahumada, por su valioso seguimiento y atención al proyecto.

A la Dra. Josefina Guerrero García, Dr. Alfonso Cano Robles y Dr. José Antonio Juárez López, por sus muy atinadas aportaciones para este proyecto.

A todos y cada uno de los Dres. miembros del núcleo académico del DSAE.

A la Mtra. Yadira Rosas Bravo de la Escuela de Desarrollo de Habilidades Científicas y de Innovación (EDHCI) de la VIEP.

Al Dr. Ricardo Mendoza González del Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA), por su colaboración en la estancia de investigación.

Y al grupo de alumnos del Hiper cubo de la FCE de la BUAP.

## Resumen

Este trabajo tiene como objetivo crear una propuesta de mediación tecnológica apoyada en las prácticas de la Cultura Maker, para fomentar el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencias y Tecnología de Educación Secundaria.

El problema de investigación emerge de los resultados de la prueba PISA, respecto a la materia de Ciencias, aplicada al concluir el nivel de Educación Secundaria en México. En ella se identifica un bajo rendimiento de los estudiantes en Ciencias, y una de sus probables causas es el método de enseñanza del docente para dicha asignatura. Teniendo lo anterior en cuenta, en este trabajo se desarrolló una estrategia dirigida a los profesores, basado en una dinámica de acción y reflexión con el investigador, con la finalidad de desarrollar actividades de enseñanza y aprendizaje como una alternativa para su práctica docente.

El diseño del estudio fue de corte cualitativo con enfoque de investigación-acción y muestreo por criterio. Para tal fin, primero se localizaron docentes voluntarios para trabajar en la capacitación, a nivel de propuesta, de su estrategia para el aula. Después se desarrolló una segunda fase donde el docente trabajó con sus alumnos en la aplicación de su propuesta. Estas acciones se llevaron a cabo con tres docentes, de un grupo inicial de 19 participantes, de escuela secundaria pública en Puebla, México; quienes consideraron modificar la forma de abordar temas de su materia de tercer grado de secundaria.

Las acciones de cooperación del investigador fueron estimular y acompañar. La primera sirvió para lograr que el docente experimente; la segunda, para seguir su acción. Estas situaciones en el estudio llevaron al investigador a recabar, bajo un enfoque biográfico, la experiencia vivida por el docente y realizar con estos datos, un análisis de manera inductiva y estructurada de acuerdo con los criterios de la teoría fundamentada. De esta forma, se encontraron elementos en los códigos que describen el fenómeno, la confirmación de la presencia de las teorías del construccionismo y

la andragogía planteadas en el marco teórico y la generación de teoría emergente, descritas con las estructuras conceptuales de la capacitación y la acción del docente.

Los resultados nos permitieron generar una propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker por parte del docente de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria, que se evidencia con un glosario relacionado con la Cultura Maker, la visión de la Andragogía para los cursos de formación docente y las redes conceptuales que describen lo ocurrido.

**Palabras Clave:** Mediación tecnológica, Práctica docente, Investigación cualitativa, Investigación-acción, Construccionismo, Andragogía.

## **Abstract**

This thesis reports on a project aimed at creating a proposal for technological mediation supported by Culture Maker, to promote a change in the teaching practice of the Secondary Education Science and Technology teacher.

The research problem comes from PISA, about Sciences, from secondary education in Mexico. Which explains that there is a low scholar level of students in Science, probably caused by the teacher's way of teaching. For this, a strategy was proposed to the teachers, which consisted of a dynamic of action and reflection with the researcher, to develop teaching and learning activities as an alternative for their teaching practice.

The study design was qualitative with an action-research focus and criteria sampling. First, teachers were invited to voluntarily participate in their training, as a proposal for their strategy in the classroom. Later in a second time, the teacher executed his proposal with his students. These actions were carried out by three teachers, from an initial group of 19 participants, from public secondary schools in Puebla, Mexico. They considered changing the way they teach subjects from their third year of secondary education.

The investigator's cooperation actions were to stimulate and accompany. The first was useful to get the teacher to experiment; the second action, to follow your action. The researcher was able to collect information, with a biographical focus, the experience lived by the teacher and carry out an analysis in an inductive and structured way with the grounded theory. Then, elements were found in the codes that describe the phenomenon, the confirmation of the theories of constructionism and the andragogy of this research, and the generation of emerging theory, described with the conceptual structures of training and teacher action.

The results helped generate a technological mediation proposal that promoted the adoption of Maker Culture by the Science and Technology teacher in Secondary Education, this was

evidenced with a glossary related to Maker Culture, the vision of Andragogy for training courses teacher and the conceptual networks that describe how the phenomenon happened.

**Keywords:** Technological mediation, Teaching practice, Qualitative research, Action research, Constructionism, Andragogy.

## Tabla de Contenidos

1. Introducción .....	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Preguntas de investigación .....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivo general .....	5
1.5. Objetivos específicos.....	5
1.6. Supuesto preliminar.....	6
1.7. Delimitaciones.....	6
1.7.1. Supuestos y paradigma de la investigación.....	9
1.8. Línea de investigación.....	10
1.9. Capitulado de tesis.....	11
2. Estado del arte .....	12
2.1. Revisión sistemática de la literatura.....	12
2.1.1. Definición de preguntas de investigación documental.....	12
2.1.2. Búsqueda en base de datos de publicaciones científicas.....	13
2.1.3. Selección de artículos y extracción de datos .....	14
2.1.4. Análisis y clasificación de artículos .....	15
2.2. Comentarios finales .....	22
3. Marco teórico .....	24
3.1. Articulación del marco teórico.....	24
3.1.1. Actores involucrados.....	26
3.1.2. Cultura Maker .....	26



3.1.3. Construccionismo.....	28
3.1.4. Andragogía.....	30
3.1.5. Modelo TPACK.....	31
3.1.6. Propósitos de la enseñanza de la Ciencia y Tecnología.....	32
3.1.7. Autonomía curricular.....	34
3.1.8. Intervención educativa.....	36
3.2. Comentarios finales.....	37
4. Marco metodológico.....	39
4.1. Articulación del marco metodológico.....	39
4.2. Diseño de investigación.....	40
4.2.1. Escenario.....	41
4.2.2. Muestreo.....	41
4.3. Enfoque de Investigación-Acción.....	42
4.3.1. Modalidad práctica.....	43
4.3.2. El rol del docente.....	44
4.3.3. El rol del investigador.....	44
4.3.4. Planteamiento de participación.....	45
4.4. Trabajo de campo.....	45
4.4.1. Definición de las actividades.....	47
4.4.2. Periodo del trabajo de campo.....	49
4.4.3. Participantes.....	50
4.4.4. Procesos del evento 1 del Ciclo I.....	52
4.4.5. Procesos del evento 1 del Ciclo II del docente 1 en la escuela 1.....	55
4.4.6. Procesos del evento 2 del Ciclo I.....	56

4.4.7. Procesos del evento 2 del Ciclo II del docente 2 en la escuela 2 .....	58
4.4.8. Procesos del evento 2 del Ciclo II del docente 3 en la escuela 3 y 4 .....	59
4.5. Recolección de información .....	60
4.5.1. Técnicas e instrumentos .....	61
4.6. Análisis de los datos .....	63
4.6.1. Codificación .....	64
4.6.2. Triangulación .....	66
4.6.3. Esquema de análisis de los datos .....	68
4.7. Rigor científico .....	74
4.7.1. Validez de elaboración o constructo .....	76
4.7.2. Validez del informante .....	76
4.7.3. Validez por triangulación .....	76
4.8. Consideraciones éticas .....	77
5. Resultados y discusión .....	79
5.1. Documentos .....	79
5.2. Conceptos .....	80
5.3. Resultados respecto al docente 1 .....	82
5.4. Resultados respecto a los docentes 2 y 3 .....	88
5.5. Triangulación dentro de los métodos .....	98
5.5.1. De los Ciclos I .....	98
5.5.2. De los Ciclo II .....	101
5.6. Articulación de resultados con el marco teórico .....	103
5.7. Otros hallazgos .....	106
5.7.1. Docentes post trabajo de campo .....	106

5.7.2. Docentes sin acompañamiento .....	108
5.8. Discusión de los resultados .....	110
5.9. Productos obtenidos de la investigación .....	120
6. Conclusiones .....	121
Referencias .....	127
Apéndices .....	136
Apéndice A. Reconocimiento del taller de capacitación del investigador .....	136
Apéndice B. Convocatoria del taller de capacitación de docentes del evento 1 .....	137
Apéndice C. Presentaciones del taller de capacitación de docentes.....	138
Apéndice D. Constancia del taller de capacitación de docentes del evento 1 .....	139
Apéndice E. Convocatoria del taller de capacitación de docentes del evento 2.....	140
Apéndice F. Constancia del taller de capacitación de docentes del evento 2 .....	141
Apéndice G. Encuestas <i>Ciclo I</i> .....	142
Apéndice H. Ítems de entrevista abierta <i>Ciclo I</i> .....	147
Apéndice I. Ítems de entrevista abierta <i>Ciclo II</i> .....	148
Apéndice J. Consentimiento informado .....	149
Apéndice K. Documentos del trabajo de campo .....	150
Apéndice L. Codificación del trabajo de campo .....	152
Apéndice M. Codificación y número de expresiones <i>Ciclo I</i> evento 1 .....	159
Apéndice N. Codificación y número de expresiones <i>Ciclo II</i> docente 1 escuela 1 evento 1 ...	161
Apéndice O. Codificación y número de expresiones <i>Ciclo I</i> evento 2.....	166
Apéndice P. Codificación y número de expresiones <i>Ciclo II</i> docente 2 escuela 2 evento 2....	169
Apéndice Q. Codificación y número de expresiones <i>Ciclo II</i> docente 3 escuela 3 evento 2 ...	174
Apéndice R. Codificación y número de expresiones <i>Ciclo II</i> docente 3 escuela 4 evento 2 ...	176

Apéndice S. Codificación que confirma la teoría.....178

### Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de congruencia.....	8
Tabla 2. Resumen del proceso de búsqueda y selección.....	14
Tabla 3. Países de origen de los documentos revisados.....	15
Tabla 4. Lista de revistas donde publican los autores.....	16
Tabla 5. Enfoques encontrados en los documentos analizados.....	17
Tabla 6. Palabras clave derivadas de las publicaciones analizadas.....	18
Tabla 7. Palabras clave y número de veces que aparece en las revistas analizadas.....	19
Tabla 8. Contribución de autores.....	21
Tabla 9. Periodo del evento 1.....	50
Tabla 10. Periodo del evento 2.....	50
Tabla 11. Participantes del primer taller de capacitación.....	51
Tabla 12. Participantes del primer taller de capacitación.....	52
Tabla 13. Técnicas de recolección de datos aplicadas Ciclo I.....	62
Tabla 14. Técnicas de recolección de información aplicadas Ciclo II.....	62
Tabla 15. Tabla de verdad para la triangulación de instrumentos Ciclo I.....	70
Tabla 16. Tabla de verdad para la triangulación de sujetos Ciclo II.....	73
Tabla 17. Procedencia de los documentos.....	79
Tabla 18. Definición de conceptos de la codificación abierta.....	80
Tabla 19. Codificación de la triangulación Ciclo I evento 1.....	83
Tabla 20. Codificación de la triangulación Ciclo II docente 1 escuela 1 evento 1.....	85
Tabla 21. Codificación de la triangulación Ciclo I evento 2.....	89
Tabla 22. Codificación de la triangulación Ciclo II docente 2 escuela 2 evento 2.....	91
Tabla 23. Codificación de la triangulación Ciclo II docente 3 escuela 3 evento 2.....	96

Tabla 24. Codificación de la triangulación Ciclo II docente 3 escuela 4 evento 2. ....	96
Tabla 25. Codificación de la triangulación dentro de los métodos Ciclo I. ....	99
Tabla 26. Codificación de la triangulación dentro de métodos de los Ciclo II. ....	102
Tabla 27. Aspectos de enlace con la teoría. ....	104
Tabla 28. Codificación que confirma la teoría con triangulación dentro de los métodos. ....	105
Tabla 29. Productos obtenidos de la investigación. ....	120

## Lista de figuras

Figura 1. Articulación del marco teórico preliminar.....	24
Figura 2. Articulación del marco teórico.....	25
Figura 3. Cultura Maker.....	27
Figura 4. Modelo tecno-pedagógico TPACK.....	32
Figura 5. Articulación del marco metodológico.....	39
Figura 6. Diseño metodológico de investigación-acción.....	43
Figura 7. Esquema del trabajo de campo.....	46
Figura 8. Modelación del trabajo de campo.....	49
Figura 9. Esquema de análisis de los datos de Ciclo I.....	68
Figura 10. Esquema de análisis de los datos Ciclo II.....	69
Figura 11. Estructura del proceso de triangulación.....	77
Figura 12. Red conceptual de la capacitación de docentes.....	101
Figura 13. Red conceptual de la acción del docente.....	103
Figura 14. Incorporación del ciclo III Práctica del docente Maker.....	107
Figura 15. Acceso al Ciclo III de docentes sin acompañamiento.....	110
Figura 16. Esquema de escenarios de la Propuesta de mediación tecnológica.....	116
Figura 17. Propuesta de mediación tecnológica.....	119

## 1. Introducción

### 1.1. Problema de investigación

En México, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) es el organismo público encargado de evaluar la calidad, el desempeño y los resultados del sistema educativo nacional en la educación preescolar, primaria, secundaria y media superior. En INEE (2013), se plantea la aplicación de un programa internacional en México denominado *Project Programme for International Student Assessment* (PISA), coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), dicho programa consiste en monitorear el aprendizaje de los alumnos, con el objeto de obtener una imagen de la situación nacional y el estudio comparativo internacional del rendimiento de los estudiantes de 15 años –edad promedio del término de secundaria– en este programa se evalúan las materias de Ciencias, Lectura y Matemáticas. La última evaluación en Ciencias se llevó a cabo en 2015, entendiendo por Ciencias a las *Ciencias Naturales*, las cuales abarcan las materias de *Biología, Física y Química*, mismas que destacan por estar presentes en muchos aspectos de nuestra vida y ser la base de la tecnología actual (INNE, 2013).

De acuerdo con OCDE (2016), los resultados de PISA 2015 en México indican que:

- El desempeño en Ciencias se encuentra por debajo del promedio de los países participantes.
- Menos del 1% de los estudiantes alcanzan niveles de competencia de excelencia.
- El rendimiento promedio no ha variado desde 2006, fecha de la anterior evaluación en Ciencias.



En contraste, con los resultados antes mencionados, los estudiantes declaran altos niveles de interés por las Ciencias, y esto se ve reflejado a través de sus expectativas de obtener una carrera profesional relacionada con esta área de conocimiento; de su percepción sobre la importancia que tiene la investigación científica o bien, de su motivación por aprender Ciencias (OCDE, 2016).

### ***1.1.1. Planteamiento del problema***

En la evaluación PISA, se observó que la manera de enseñar Ciencias tiene una asociación más significativa con el rendimiento del estudiante en dicha asignatura, y con las expectativas de los estudiantes de trabajar en una carrera relacionada con las Ciencias. Esta asociación es menos significativa con otros aspectos como los recursos humanos y materiales en los laboratorios de Ciencias, la cualificación docente o los tipos de clases extracurricular.

Lo anterior revela una particular situación de los jóvenes en la Educación Secundaria en México, donde el bajo rendimiento en Ciencias se identifica como el síntoma del problema.

Flores-Camacho (2012) hace mención que la enseñanza de las Ciencias en la Educación Básica en México. Esta apegada al dictado y la memoria; dicha situación impide a los estudiantes construir conocimiento de forma verdadera, pues tales formas de enseñanza no fomentan la reflexión, no recurren a la experiencia cotidiana ni promueven habilidades para la investigación. Se da como consecuencia una imagen distorsionada de las Ciencias en los estudiantes.

De Lella (1999), citado por García-Cabrero et al. (2008), describe la *práctica docente* como toda acción desarrollada por el profesor en el aula y referida al proceso de enseñanza. Concluyen:

La práctica docente se concibe como el conjunto de situaciones dentro del aula, que configuran el que hacer del profesor y de los alumnos, en función de determinados objetivos de formación circunscritos al conjunto de actuaciones que inciden directamente sobre el aprendizaje de los alumnos. (p. 3)

En búsqueda de dichos objetivos de formación, en *Los aprendizajes clave para la educación integral para la educación básica*, emitido por la Secretaría de Educación Pública en 2017, se enuncia que los conceptos de las materias de Ciencias, Biología, Física y Química se deben asociar a la práctica y la acción mediante el desarrollo de proyectos; lo anterior como una estrategia didáctica en la que los alumnos, a partir de su curiosidad, interés y cultura, den respuestas por sí mismos a las preguntas que se plantean, y les permita reflexionar sobre las características propias de la Ciencia. En este sentido, el desafío central es una acción renovadora de la enseñanza de las Ciencias. Demanda a los profesores modificar de manera significativa su práctica docente (SEP, 2017).

Dentro de *Los propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales y Tecnología para la Educación Secundaria* SEP (2017), se plantea vincular la Ciencia y la Tecnología.

En el mismo orden de ideas, la Ciencia y la Tecnología permiten hacer frente a los desafíos que afronta la humanidad tales como: el control de enfermedades, el suministro suficiente de alimentos y agua, la generación de mejores fuentes de energía, el cambio climático, por citar algunos (OCDE, 2017).

A pesar de que la Ciencia y la Tecnología difieren en sus propósitos, procesos y productos, las dos están estrechamente relacionadas. Los nuevos conocimientos científicos conducen al desarrollo de las nuevas tecnologías y del mismo modo, las nuevas tecnologías pueden conducir a nuevos conocimientos científicos (OCDE, 2017).

Esta investigación surge de la necesidad de realizar cambios en la forma de enseñar de los profesores de Ciencias a través de la apropiación de la Cultura Maker. Tesconi (2015) y Peppler & Bender (2013) definen a la Cultura Maker como un agente transformador en la forma de aprender. Esta cultura se basa en *hacer cosas con las propias manos y hacer y usar tecnología*; es multidisciplinaria y valora la acción de *compartir con los demás*.

De acuerdo con Tesconi (2015) la Cultura Maker también tiene un enorme potencial para la educación, apoyado en el construccionismo de Seymour Papert. Esta teoría educativa considera *la construcción de artefactos* como facilitador del aprendizaje: los sujetos, al estar activos en el proceso de aprendizaje, construyen sus propias estructuras de conocimiento.

Se consideró un diseño metodológico de Investigación-acción para abordar el problema, dada la percepción de la acción del docente en el aula. Bajo este diseño, el problema se percibe desde la acción profesional y a través de su análisis con otros aspectos, para diseñar un proyecto de mejora, que al implementarse da como resultado la generación de elementos de reflexión y acción de los participantes. (Hernández et al., 2010).

Por lo que consideramos adecuado el uso de este enfoque metodológico, pues permite aprovechar su experiencia y habilidades en pro de crear su propio proceso de enseñanza y cambio en su práctica docente.

## **1.2. Preguntas de investigación**

La pregunta general de esta investigación es: *¿Cómo crear una alternativa de cambio en la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria apoyada en la Cultura Maker?*

Lo cual nos lleva a plantear de forma específica las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo desarrollar una alternativa de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?
2. ¿Qué hacer para desarrollar la alternativa de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente de los profesores de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?

3. ¿Qué resultados se logran con la implementación de la propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente de los profesores de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?

### **1.3. Justificación**

A través de esta investigación se busca confrontar al profesor con la realidad de su práctica docente, y que así proponga y desarrolle su propia estrategia de acción en el aula, apoyada en la Cultura Maker; además, que el profesor aproveche sus habilidades, experiencia y el acercamiento a la tecnología para apoyar su decisión de cambio.

Se desarrolló una investigación enfocada a comprender solo un aspecto de la problemática de la educación en México, en la cual se aporta conocimientos de las disciplinas de Electrónica, Computación, Robótica y la Cultura Maker. Lo anterior, le permite al investigador apoyar al docente a través de un proceso investigativo.

### **1.4. Objetivo general**

Crear una propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker, para fomentar el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencias y Tecnología de Educación Secundaria.

### **1.5. Objetivos específicos**

- Identificar los elementos necesarios para desarrollar una propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker, para promover el cambio en la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria.

- Diseñar una propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker por parte del docente de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria, con un diseño metodológico de investigación-acción.
- Estructurar los resultados de la implementación de la propuesta de mediación tecnológica tras la apropiación de la Cultura Maker, para el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria.

### **1.6. Supuesto preliminar**

La implementación de una propuesta de mediación tecnológica, apoyada en la Cultura Maker, por parte del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria logra un cambio en su práctica docente.

### **1.7. Delimitaciones**

La investigación se basó en implementar una propuesta mediada por tecnología, para fomentar un cambio en la práctica docente de secundaria, particularmente en las materias de Ciencias Naturales, las actividades tecnológicas –conocidas como *talleres*– y los cursos extracurriculares –llamados también *autonomía curricular*. La mediación tecnológica se apoya en los conocimientos e ideas de la Cultura Maker, con la cual se acerca el docente a la tecnología de una forma fácil.

Se consideró implementar una investigación aplicada, donde buscamos que el propio docente sea quien defina los mecanismos y estrategias para generar su propia propuesta de acción en el aula. Para esto, se desarrolló un diseño de investigación-acción, donde el docente parte de su propia realidad y aplica su experiencia y habilidades. El rol del investigador fue de un investigador cooperador, quien apoyó y acompañó al docente a lo largo del proyecto de investigación, con sus

habilidades y conocimientos en electrónica, computación y robótica. Por las características de este diseño, la investigación fue de tipo cualitativo para el análisis de los datos.

Se convocó a voluntarios docentes para el proyecto de investigación; es decir, el docente fue quien mostró interés desde el inicio, tanto por la búsqueda de alternativas para su formación docente como para la implementación de su acción, en pro de mejorar su práctica docente. La particularidad de tener el interés dio lugar a un muestreo conocido como *elección propositiva o de juicio*. Patton citado por Martínez-Salgado (2012), argumenta la inexistencia de una regla para determinar el número de la muestra, ya que todo depende del propósito del estudio, como en la presente investigación.

La convocatoria docente se difundió a través de diferentes medios de comunicación como redes sociales, radio y visitas a escuelas.

Se estableció un límite geográfico que permitiera la cercanía con los docentes y, observar así sus procesos desarrollo; por tal razón se definió la ciudad de Puebla y los municipios a su alrededor, facilitando así la movilidad de los participantes. La participación de los docentes se dio en el transcurso de los periodos escolares 2017-2018 y 2018-2019.

El mismo docente, al conocer y apropiarse de la Cultura Maker, es quien definió su plan de acción que aplicará en el aula y lo plantea a sus superiores y padres de familia dentro del centro de trabajo. De igual manera, cuestiona su propuesta desde su contenido, la forma de hacerlo, los tiempos y los espacios, la gestión de recursos materiales y el manejo de los riesgos por posibles accidentes en el aula. El docente puede tener el apoyo total o problemas a resolver con la comunidad escolar, que impactaran en su búsqueda de cambio.

A continuación, se presenta una matriz de congruencia entre las preguntas y objetivos presentados antes. Con ellos se estructura la delimitación de la investigación (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Matriz de congruencia.**

Objeto de estudio: Mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria.			
Pregunta general	Objetivo general	Preguntas específicas	Objetivos específicos
¿Cómo crear una alternativa de cambio en la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria apoyada en la Cultura Maker?	Crear una propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker, para fomentar el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria.	¿Cómo desarrollar una alternativa de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?	Identificar los elementos necesarios para desarrollar una propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker, para promover el cambio en la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria.
		¿Qué hacer para desarrollar la alternativa de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente de los profesores de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?	Diseñar una propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker por parte del docente de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria, con un diseño metodológico de investigación-acción.
		¿Qué resultados se logran con la implementación de la propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente de los profesores de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?	Estructurar los resultados de la implementación de la propuesta de mediación tecnológica tras la apropiación de la Cultura Maker, para el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria.

### ***1.7.1. Supuestos y paradigma de la investigación***

Al desarrollar una investigación cualitativa, es importante ubicar las perspectivas y posturas aplicadas en la investigación, donde se involucran lo social y lo humano.

La principal perspectiva filosófica de esta investigación está definida por el diseño de la investigación-acción, al poseer una relación significativa con la práctica. Creswell (2007) la describe como una postura donde se da importancia a los métodos utilizados en el proceso. Se trata de un supuesto, basado en la metodología, que se caracteriza por emplear una estrategia de carácter inductivo, ligado a una planificación de técnicas en el proceso de recolección y análisis de datos.

Consecuentemente, se distingue por una postura epistemológica con base en el subjetivismo, justificada en cierta medida por el tipo de instrumento empleado para obtener significado o simbolismo, los cuales representan el punto de vista de cada uno de los sujetos en estudio. Los significados se obtienen con la observación y son fuente de conocimiento, que dependen de cada individuo (Creswell, 2007).

Además, se somete a una triangulación de sujetos: el investigador, el docente y los alumnos. De esta forma, se logran hallazgos donde ciertos significados son comunes entre los sujetos, quienes se involucran y viven en una misma realidad en el aula. Tras la implementación de la acción del docente se obtiene la validez de la investigación.

Respecto a la perspectiva teórica, colocamos la investigación en el interpretativismo, el cual establece la realidad del sujeto de estudio como interna y afirma el conocimiento como una construcción. Desde la perspectiva del investigador, se centra la atención en el docente por ser quien construye, interpreta y modifica su propia realidad. Esta postura implica realizar la comparación de la realidad social de los sujetos estudiados con la teoría. Dicha perspectiva teórica se identifica comúnmente en combinación con el paradigma del constructivismo social, como lo



describe Mertens citado por Bautista (2011). Bajo este paradigma, el objetivo de la investigación implica confiar en las opiniones de los participantes.

De acuerdo con Kuhn, citado por Bautista (2011), cada paradigma delimita el campo de los problemas. En este orden, se concibe focalizar bajo qué postura situamos el objeto de estudio. Identificamos la investigación en el paradigma cualitativo-interpretativo, primero, por su asociación fundamental con la investigación cualitativa y, segundo, al énfasis, por profundizar nuestro conocimiento y comprensión de la realidad social del docente, concebida a través de la articulación sistemática de los significados y acciones que de los sujetos se obtiene. Esto adquiere sentido en la importancia del diseño metodológico aplicado, su carácter de inducción para la recolección de los datos y la interpretación de estos. Se nos proporcionan así argumentos de comparación con teorías para comprender su realidad social.

Otro aspecto sobresaliente descrito en Bautista (2011), es el referente que guía al paradigma a través de un interés emancipatorio del conocimiento. Se identifica el interés emancipador del docente, sujeto de estudio, después de hacer la autorreflexión de su realidad social y concebirse dentro del problema en su contexto escolar y decidir modificar su práctica docente.

### **1.8. Línea de investigación**

De acuerdo con BUAP (2019), las líneas de investigación del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), se soportan en el trabajo de sus académicos, quienes desarrollan temáticas en común y constituyen así las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) del doctorado. Estas líneas son: *Redes de conocimiento y aprendizaje, Modelos y ambientes educativos, Gestión y calidad de programas educativos, Política educativa y cambio social y, por último, Multimedia y desarrollo educativo.*

El presente proyecto de investigación se ubica en la LGAC de *Redes de conocimiento y aprendizaje*, línea donde se contempla *el estudio y análisis de la generación, adquisición y gestión del conocimiento en el contexto de un mundo globalizado a través de las redes sociales y tecnológicas, con el propósito de proponer modelos acordes a nuestra realidad social, más eficaces educativa y tecnológicamente*. En esta línea se incluyen diversos proyectos de investigación; el presente trabajo se ubica dentro del tema *sistemas interactivos y tecnologías colaborativas emergentes y en el aprendizaje mediado por tecnología*.

### **1.9. Capitulado de tesis**

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera:

El primer capítulo –Introducción– describe el problema de investigación, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos, el supuesto preliminar y las delimitaciones, tanto ontológicas como epistémicas.

El segundo capítulo es el Estado del arte, donde se ofrece una revisión a la literatura a través del análisis de los artículos científicos publicados durante el periodo de 2013 a 2018, y los comentarios sobre la pertinencia del objeto de estudio.

El marco teórico es el tercer capítulo, donde se presentan los conceptos y teorías que fueron punto de partida y otras que, derivado de hallazgos propios de la investigación, articulan este trabajo de investigación.

En el cuarto capítulo, se expone la metodología de la investigación, con la descripción del tipo de estudio, sus características, las técnicas e instrumentos empleados.

El quinto capítulo reúne resultados y discusión, donde se muestran los principales hallazgos del análisis de los datos y los cuales logran su enlace con conceptos y teorías.

El sexto capítulo contiene las conclusiones del trabajo, recomendaciones y trabajo a futuro.

## 2. Estado del arte

### 2.1. Revisión sistemática de la literatura

De acuerdo con Petersen et al. (2015) este tipo de estudio está diseñado para brindar una visión general de un área de investigación mediante la clasificación y las contribuciones de los artículos revisados. Implica buscar en la literatura para conocer qué temas se cubrieron y dónde se publicaron.

La revisión de la literatura es ampliamente utilizada por la comunidad científica, porque permite crear conocimiento a partir de evidencias publicadas en estudios primarios. Para esta investigación se llevaron a cabo las siguientes etapas (Petersen et al., 2015).

1. Definición de preguntas de investigación documental.
2. Búsqueda en base de datos de publicaciones científicas.
3. Selección de artículos.
4. Extracción de datos.
5. Análisis y clasificación de artículos.

#### *2.1.1. Definición de preguntas de investigación documental*

1. ¿En qué revistas se publica sobre la Cultura Maker en educación?
2. ¿Cuál es el tipo de enfoque que se plantea en los estudios sobre la Cultura Maker en educación?
3. ¿Cuáles son las contribuciones de los autores acerca de la Cultura Maker en educación?
4. ¿Qué temas se abordan los estudios sobre Cultura Maker en educación?

### ***2.1.2. Búsqueda en base de datos de publicaciones científicas***

El primer criterio de búsqueda fue la elección de las fuentes de consulta, entre las cuales se encuentran: la base de datos del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) y *Education Resources Information Center* (ERIC), así como las bases de citas *Web of Science* (WoS) y *Scopus*. Estas fuentes se eligieron por su importancia, pertinencia y el acceso que tienen los investigadores a ellas.

El segundo criterio fue una cadena de búsqueda compuesta de palabras clave, cuyo propósito fue ubicar documentos potencialmente relevantes por medio de las funciones de búsqueda disponibles en las fuentes seleccionadas. Se construyó a partir de prototipos de expresiones y operadores booleanos probados en CONRICyT. Sin embargo, al asociar alguna o más palabras al tema *Cultura Maker*, se arrojaban hasta cientos de miles de resultados, donde los títulos no guardaban relación alguna con el tema principal. Esto nos llevó a considerar sólo el tema principal en artículos de revistas de los últimos 5 años en la disciplina de educación. Estas acciones se ejecutaron de forma iterativa, y el resultado fue la cadena de búsqueda básica compuesta por los siguientes términos clave: *Maker culture OR Maker movement*, para CONRICyT y WoS.

Para ERIC y *Scopus*, este criterio se aplicó sin buenos resultados. Es decir, aparecieron una gran cantidad de registros sin relación alguna, por lo que omitimos *Maker culture*. Todos los demás criterios se respetaron y de esta manera solo quedó *Maker movement*.

El resultado de utilizar la cadena de búsqueda en las cuatro fuentes seleccionadas fue un conjunto de 54 registros bibliográficos de documentos científicos potencialmente relevantes, publicados entre los años 2013 y 2018 en revistas, en idioma inglés o español relacionados solo con educación. Los 54 registros bibliográficos fueron depurados, se eliminaron los documentos duplicados y como resultado se obtuvieron 47 registros.

### 2.1.3. Selección de artículos y extracción de datos

Los 47 registros bibliográficos potencialmente relevantes se sometieron a un proceso de selección en dos pasos. El primer paso fue una selección preliminar a partir de la revisión del título del documento y del resumen, para seleccionar aquellos con mención explícita a la Cultura Maker y con perfil de investigación científica. Con este filtro, se seleccionaron 15 registros bibliográficos, es decir, el 31.91 % de los 47 potencialmente relevantes.

El segundo paso fue la revisión rápida, donde fue necesario identificar la mención directa a la Cultura Maker en educación. Con este segundo paso de la selección, se obtuvieron 12 documentos, es decir, el 80 % de los 15 registros potencialmente relevantes. En Tabla 2 se presenta el resumen del proceso de búsqueda en bases de datos de publicaciones científicas y la selección de artículos.

**Tabla 2.** Resumen del proceso de búsqueda y selección.

Fase	CONRICyT	ERIC	WoS	Scopus	Totales
Artículos encontrados (+)	25	13	4	12	54
Duplicados (-)	3	3	0	1	7
Se cuenta con:	22	10	4	11	47
No se consideran (-)	21	3	2	6	32
Por no tener relación con el tema					
Por no ser artículo de investigación					
Quedando del primer paso:	1	7	2	5	15
No considera el tema en educación (-)	1	0	0	2	3
Quedando del segundo paso:	0	7	2	3	12

### ***2.1.4. Análisis y clasificación de artículos***

La etapa final se enfocó en la extracción de datos relevantes para responder las preguntas de interés y en la síntesis de los resultados obtenidos. De cada documento revisado, se depuraron y extrajeron los registros bibliográficos: título del artículo, año de publicación, nombre de la publicación, tipo de documento y autores del artículo.

Los resultados obtenidos con la revisión de los 12 documentos se centraron en dar respuesta a las preguntas de investigación documental que se plantearon para esta revisión sistemática de la literatura.

#### ***2.1.4.1. Cultura Maker en educación***

El primer aspecto general identificado fue la ubicación geográfica de los autores de los documentos revisados, con el fin de establecer porcentualmente la procedencia de los documentos por países. El porcentaje de producción para cada país fue calculado con base en la afiliación de los autores de cada documento. En Tabla 3, se presenta la distribución de los países de origen de los documentos revisados.

**Tabla 3.** *Países de origen de los documentos revisados.*

<b>País</b>	<b>%</b>
Estados Unidos	75
Bélgica	9
Nueva Zelanda	8
Taiwán	8

El segundo aspecto fue responder a la primera pregunta de investigación, identificar el nombre de las revistas donde publicaron sobre el tema. Se identificó que sus ejes temáticos son:

*educación, tecnología educativa, enseñanza, Ciencias, investigación educativa, matemáticas, educación de ingeniería en nivel básico, multimedia y artes.* Este hecho puede juzgarse como positivo, pues la aplicación de la Cultura Maker implica multidisciplinariedad entre diversas materias (Ver Capítulo 3 Marco teórico). Todos los artículos analizados se encuentran publicados en revistas científicas indexadas, lo cual también es positivo al ser documentos de mayor rigurosidad en la revisión por parte de editores y revisores a ciegas. En Tabla 4 se presentan las referencias a los 12 documentos revisados y ordenados de acuerdo con el año de publicación.

Otro aspecto que se tuvo en cuenta en el análisis de resultados fue la identificación preliminar del enfoque dado a los estudios, referente al tipo de publicación y abordaje del tema. Mediante una revisión detallada, se evidenció el discurso descriptivo del movimiento Maker como el enfoque de estos estudios. Destacan sus antecedentes, el impacto en diversos sectores incluido el educativo, sus tendencias, así como el aprovechamiento de su potencial para el aprendizaje multidisciplinario y colaborativo. De este último, objeto del presente estudio, encontramos siete documentos, es decir, 58.33 % del total revisado.

**Tabla 4.** *Lista de revistas donde publican los autores.*

<b>Año</b>	<b>Revista</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>
2018	Science and Engineering Ethics	Maker Cultures and the Prospects for Technological Action	Nascimento, S. & Pólvara, A.
2018	Continuum	Maker Culture and DiY technologies: re-functioning as a Techno-Animist practice	Snake-Beings, E.
2018	Journal of Educational Technology	Foundational Principles and Practices to Consider in Assessing Maker Education	Lundberg, M. & Rasmussen, J.
2017	Journal of Educational Multimedia and Hypermedia	Makification: Towards a Framework for Leveraging the Maker Movement in Formal Education	Cohen, J., Jones, W., Smith, S. & Calandra, B.
2017	Journal for Learning through the Arts	Public Libraries as Sites of Collision for Arts Education, the Maker Movement, and Neoliberal Agendas in Education	Lakind, A.

Año	Revista	Título	Autor
2017	Journal of Technology and Teacher Education	Maker Principles and Technologies in Teacher Education: A National Survey	Cohen, J.
2017	Studies in Art Education	Considering the Role of the Arts and Aesthetics within Maker-Centered Learning	May, S. & Clapp, E.
2016	Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education	A New Perspective on Design Education: A "Creative Production-Manufacturing Model" in "The Maker Movement" Context	Xiang-Ming, Z. & Kuo-Kuang, F.
2015	Journal of Pre-College Engineering Education Research	The Promise of the Maker Movement for Education	Lee, M.
2015	Educational Media International	Maker culture and Minecraft: implications for the future of learning	Niemeyer, D. & Gerber, H.
2014	Advances in Engineering Education	The invention studio: A university maker space and culture	Forest, C., Moore, R., Jariwala, A., Fasse, B., Linsey, J., Newstetter, W., Ngo, P. & Quintero, C.
2014	Harvard Educational Review	Electronic Textiles as Disruptive Designs: Supporting and Challenging Maker Activities in Schools	Kafai, Y., Fields, D. & Searle, K.

El corte investigativo de tipo experimental fue otro de los enfoques con desarrollo de: proyectos, colaboración, aspectos de inclusión en el currículo escolar, estudios de caso y propuestas de evaluación, todo con la mirada hacia el aprendiz, tanto en ambientes formales como no formales. Es pertinente precisar que, para este caso, se encontraron cinco documentos de autores de Estados Unidos y adscritos en universidades de Georgia, California, Houston y Wisconsin. Estos representan 41.67 % del total de los documentos revisados. La Tabla 5 muestra el resultado de este proceso.

**Tabla 5.** *Enfoques encontrados en los documentos analizados.*

Enfoque	CONRICyT	ERIC	WoS	Scopus	Totales	%
Descripción y opinión	0	3	1	3	7	58.33
Investigación	0	4	1	0	5	41.67
Total	0	7	2	3	12	100.00



En Tabla 6 se enlistaron las palabras clave derivadas de las publicaciones analizadas en torno a la Cultura Maker en educación.

**Tabla 6.** *Palabras clave derivadas de las publicaciones analizadas.*

Autor	Palabras clave
Nascimento & Pólvera (2018)	Maker culture, Do-It-Yourself, Empowerment, Technological action, Makerspace, Fab Lab
Snake-Beings (2018)	Sin datos
Lundberg & Rasmussen (2018)	Maker Education, Maker Space, Assessment Plan, Design Thinking, Project-based Learning, Hands-on Learning, Iterative Learning, Innovation, Experimentation, Invention, Design Cycle, Fab Lab, Hacker Space, Digital Badge.
Cohen et al. (2017)	Educational Technology, Technology Uses in Education, Teaching Methods, Shared Resources and Services, Educational Change.
Lakind (2017)	Public Libraries, Conflict, Art Education, Shared Resources and Services, Neoliberalism, Politics of Education, Discourse Analysis, Learning Theories, Alignment (Education), Librarian Attitudes, Ethnography, Faculty Development, Workshops, Data Analysis, Semi Structured Interviews.
Cohen (2017)	Maker education, Maker movement, Teacher education, Survey.
May & Clapp (2017)	Creative Activities, Art Education, Aesthetic Education, Aesthetics.
Xiang-Ming & Kuo-Kuang (2016)	Design education, Creative production-manufacturing, Media-as-tools.
Lee (2015)	Communities of Practice, Design, STEM Education, Engineering, Educational Technology, Technology Uses in Education, Educational Resources, Web Sites, Aesthetics, Cognitive Processes, Problem Solving, Recreational Activities, Values, Cooperation, Play, Experiential Learning, Failure.
Niemeyer & Gerber (2015)	Design education, Creative production-manufacturing, Media-as-tools.
Forest et al. (2014)	Invention, Makerspace, Studio, Design, Manufacturing.
Kafai et al. (2014)	Textiles Instruction, Design Crafts, Creative Activities, Student Projects, Experiential Learning, High School Students, Hands on Science, Workshops, Computer Uses in Education, Aesthetics, Electronics, Interdisciplinary Approach, Gender Differences.

En Tabla 7 se presentan las incidencias de las palabras clave y el número de veces en que aparece.

**Tabla 7.** *Palabras clave y número de veces que aparece en las revistas analizadas.*

<b>Palabras clave</b>	<b>Número de veces que aparece</b>
Aesthetic Education	1
Aesthetics	3
Alignment (Education)	1
Art Education	2
Assessment Plan	1
Cognitive Processes	1
Communities of Practice	1
Computer Uses in Education	1
Conflict	1
Cooperation	1
Creative Activities	2
Creative production-manufacturing	2
Data Analysis	1
Design Crafts	1
Design Cycle	1
Design education	2
Design Thinking	1
Design	2
Digital Badge	1
Discourse Analysis	1
Do-It-Yourself	1
Educational Change	1
Educational Resources	1
Educational Technology	2
Electronics	1
Empowerment	1
Engineering	1
Ethnography	1
Experiential Learning	2
Experimentation	1
Fab Lab	2
Faculty Development	1
Failure	1
Gender Differences	1
Hacker Space	1
Hands on Science	1
Hands-on Learning	1
High School Students	1
Innovation	1
Interdisciplinary Approach	1
Invention	2
Iterative Learning	1

Palabras clave	Número de veces que aparece
Learning Theories	1
Librarian Attitudes	1
Maker culture	1
Maker Education	2
Maker movement	1
Makerspace	3
Manufacturing	1
Media-as-tools	2
Neoliberalism	1
Play	1
Politics of Education	1
Problem Solving	1
Project-based Learning	1
Public Libraries	1
Recreational Activities	1
Semi Structured Interviews	1
Shared Resources and Services	2
STEM Education	1
Student Projects	1
Studio	1
Survey	1
Teacher education	1
Teaching Methods	1
Technological action	1
Technology Uses in Education	2
Textiles Instruction	1
Values	1
Web Sites	1
Workshops	2

Dos palabras clave coincidieron en tres publicaciones: *Aesthetic*, que significa estética y *Makerspace*, que significa espacio Maker. Se tuvieron también 16 coincidencias donde la palabra clave se encontró en dos publicaciones como: *usos tecnológicos en la educación, educación Maker, aprendizaje experimental, tecnología educativa, actividades creativas, invención, diseño, recursos y servicios compartidos, talleres de trabajo, educación artística*, entre otras.

En la Tabla 8 se presenta de manera general las contribuciones en cada una de las publicaciones.

**Tabla 8.** *Contribución de autores.*

Autor	Contribución
Nascimento & Pólvara (2018)	Representa un acceso fácil y económico a herramientas y comunidades en expansión. Apunta hacia las ideas, en casi todo el mundo, sobre el diseño, la creación, la producción y la distribución de productos, máquinas, cosas o artefactos renovados, nuevos y mejorados.
Snake-Beings (2018)	El compromiso con las tecnologías DIY ( <i>Do It Yourself</i> ) se explora a través de la observación del ambiente en el taller, donde se descubren estrategias para reconfigurar tecnologías simples. Los medios materiales se definen como un enfoque de la tecnología que los incorpora como agentes activos en el proceso creativo de construcción de artefactos.
Lundberg & Rasmussen (2018)	Crea la controversia sobre los métodos de evaluación tradicional, los cuales pueden no ser los más adecuados, para medir algunas de las habilidades asociadas con educación apoyada en la Cultura Maker. Se explora esta pregunta esencial: ¿Cuáles son los aspectos críticos, principios y prácticas a considerar al diseñar una evaluación efectiva para la educación Maker?
Cohen et al. (2017)	Aprovechamiento de las tecnologías digitales modernas para producir y compartir artefactos físicos con una comunidad más amplia. Apalancamiento para la transformación de la educación formal en variedad de contextos. Visión de trabajo dentro de un marco, para aprovechar estos componentes: creación, iteración, uso compartido y autonomía.
Lakind (2017)	Este artículo examina la investigación de un estudio empírico de varios años de un programa público basados en las artes en el sistema bibliotecario. Proporciona un ejemplo de cómo encaja el aprendizaje en la educación artística.
Cohen (2017)	Este estudio informa sobre los programas de formación docente en Estados Unidos, que comenzaron a integrar los principios y tecnologías Maker. Explora los factores que contribuyen a las decisiones de incluir o no incluirlo. Los resultados indican que, aproximadamente la mitad de los programas de formación docente, tienen algunas oportunidades para que los estudiantes universitarios y graduados aprendan. Hay menos interés a nivel institucional en apoyar la investigación. Este estudio requiere profundizar la investigación sobre el papel de la Cultura Maker y la tecnología en la formación docente.
May & Clapp (2017)	Se realiza un análisis temático de entrevistas con educadores y creadores líderes de pensamiento, encontrando que rara vez utilizaban las artes y terminología relacionada con la estética, cuando se habla de los beneficios del Maker centrado en el aprendizaje. Cuando estos términos fueron utilizados, se encontraron tres categorías: objetos, habilidades y procesos de pensamiento, y entornos. Sugieren que el aprendizaje podría ayudar a los educadores de las artes y Makers a verse reflejados en el trabajo del otro.
Xiang-Ming & Kuo-Kuang (2016)	Impacto de los medios de comunicación sobre sobre la producción y fabricación creativa. Posibilidades de interacción entre la creatividad, el modelo y el diseño educativo.
Lee (2015)	Hay un creciente interés entre los educadores en atraer el movimiento Maker a la educación K-12, para mejorar las oportunidades de participar en las prácticas de ingeniería y STEM. Este artículo describe tres elementos del Movimiento Maker y la asociación con la investigación: herramientas digitales, infraestructura comunitaria y la mentalidad Maker.

Autor	Contribución
Niemeyer & Gerber (2015)	Exploración de los fenómenos de la cultura de Maker a través de un diseño de estudio de caso múltiple. Los hallazgos sugieren que se necesitan múltiples niveles de experiencia. Estos múltiples niveles de experiencia son: crear diseños para prototipos inmediatos, pertenecientes a entornos culturales donde se fomenta la colaboración y el intercambio, así como utilizar estándares de diseño comunes. Esto tiene implicaciones que podrían informar prácticas de instrucción innovadoras con herramientas digitales en entornos escolares, para fomentar un aula más colaborativa y participativa.
Forest et al. (2014)	Se describe un Makerspace “Invention Studio” instalado en 3000 pies <sup>2</sup> de espacio y cultura en el Instituto de Tecnología de Georgia, el cual se gestiona y mantiene de forma centralizada por un grupo de estudiantes de pregrado con el apoyo del personal de la universidad. Con este Makerspace se demuestra el valor y la sostenibilidad de la educación práctica y de diseño y construcción para estimular la innovación, la creatividad y el emprendimiento en los estudiantes de ingeniería.
Kafai et al. (2014)	Los textiles electrónicos son parte del movimiento Maker cada vez más popular. En este artículo, los autores examinan las experiencias de estudiantes de secundaria haciendo textiles. Diseños a través de tres talleres que tuvieron lugar en el transcurso de un año escolar y se discutieron las experiencias individuales de los estudiantes haciendo textiles electrónicos. También examinan el papel de los textiles electrónicos como una oportunidad y desafío para romper las barreras tradicionales de la informática.

## 2.2. Comentarios finales

La búsqueda del estado de conocimiento respecto al tema de *educación mediada por tecnología* fue complicada sí solo se utiliza esta cadena de palabras; por existir numerosos aspectos y subtemas que lo refieren. Resultó en una gran cantidad de artículos, complicando un análisis total. En una primera búsqueda, se encontraron alrededor de diez mil documentos tan solo en la última década, por lo cual fue necesario focalizar la exploración exclusivamente en la Cultura Maker en Educación.

El objetivo de este capítulo fue presentar el resultado de una revisión sistemática de literatura, en la cual se elaboró un análisis acerca de la *Cultura Maker*, reportada en publicaciones científicas en el área de la *educación*. Se analizaron los aspectos generales de los documentos revisados y su contenido. De manera general nos enfocamos en la identificación de la ubicación

geográfica y los tipos de publicaciones; respecto al análisis de contenido se dio respuesta a preguntas de interés.

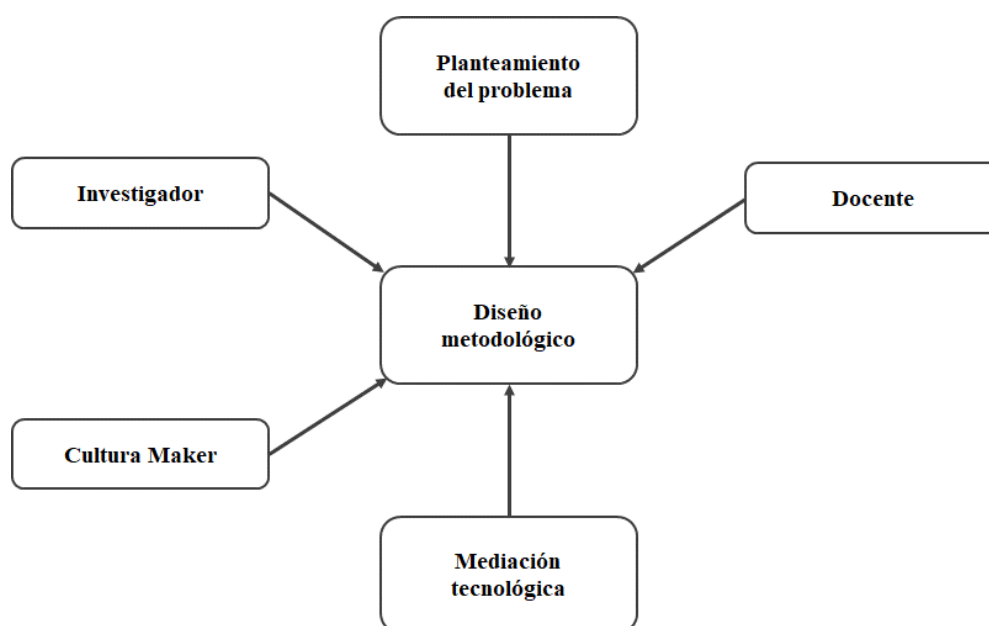
Como resultado de la revisión de la literatura, se encontró que la mayor parte de la documentación es de enfoque descriptivo sobre la Cultura Maker en Educación, se orienta al aprendizaje en ambientes informales, existe una escasa atención en el nivel de educación básica y medio superior y, no se identifica la postura del docente en ambientes formales. Esto evidenció la necesidad de nuestra investigación por el vacío de conocimiento descrito. Encontrando así un nicho de oportunidad a nuestra investigación por dirigirse al nivel de Educación Secundaria, orientarse a la enseñanza e involucrar al docente como protagonista de su propia realidad.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Articulación del marco teórico

El desarrollo, del presente marco teórico, tuvo su inicio a partir de un conjunto de conceptos considerados como punto de partida del proyecto de investigación: *Cultura Maker*, *Mediación tecnológica* y *docente*. Estos conceptos permitieron la articulación de un marco conceptual preliminar mostrado en la Figura 1, con origen en el *planteamiento del problema*. A su vez, derivó en el desarrollo de la investigación con base en un *diseño metodológico*, donde se involucró tanto al *investigador* y los *docentes* como sujetos participantes, apoyados en la *Cultura Maker*; la cual se describe como una relación entre sociedad y tecnología, donde esta última es compartida entre personas o de manera presencial o virtual. Se propone al docente adoptar dicha relación para generar un cambio en su práctica docente basado en el desarrollo de una *mediación tecnológica* para enseñar.

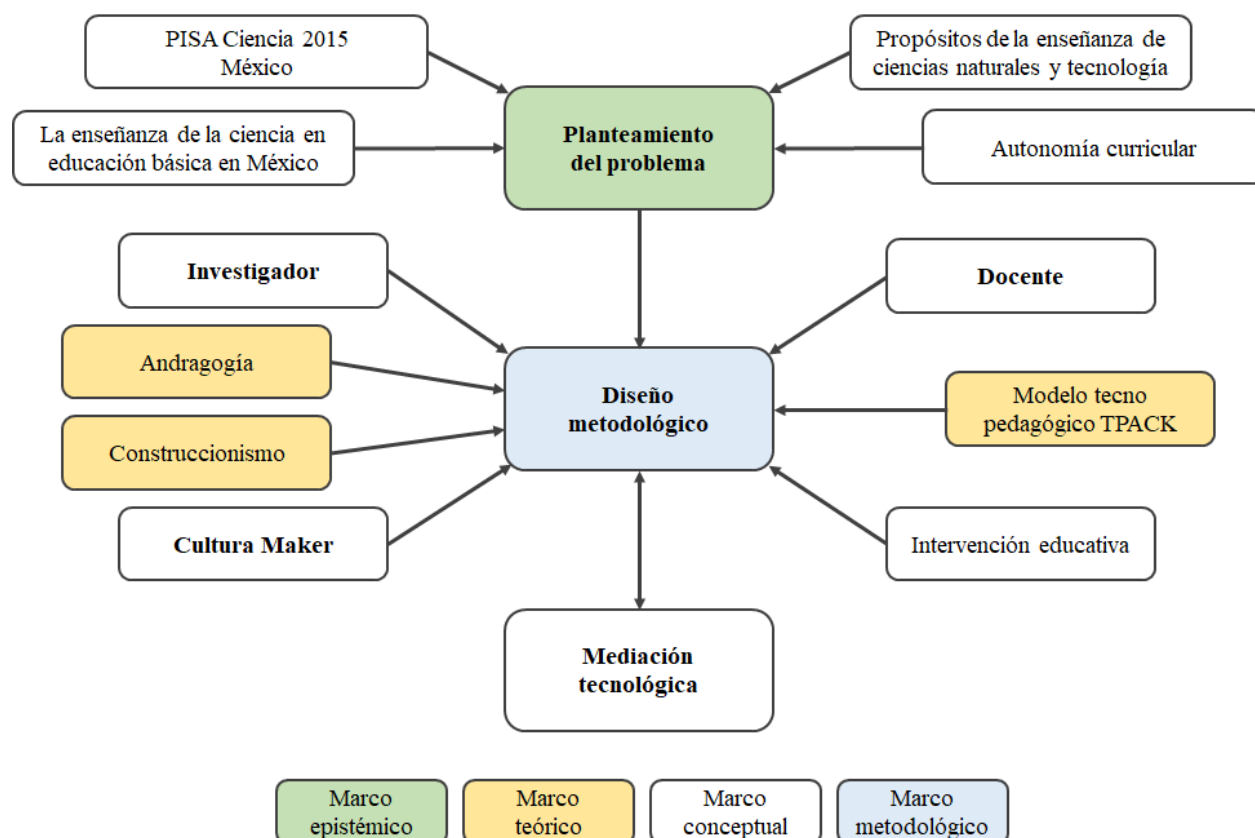
**Figura 1.** Articulación del marco teórico preliminar.



La *mediación tecnológica* se implementó en dos momentos de la investigación: la primera con la capacitación de docentes y la segunda mediante el acompañamiento del docente. En este apartado se busca establecer los roles del maestro, los estudiantes y la relación de estos con el contenido (Muñoz, 2016).

Avanzada la investigación, se agregaron otros elementos a la articulación preliminar, mismos que han sido marcados con cuadros y flechas y, a su vez, forman parte de los marcos: *epistémico, teórico, conceptual y metodológico*, que se muestra en Figura 2. A partir de los marcos, antes mencionados, surgió el diseño metodológico de investigación-acción que da soporte a esta investigación de corte cualitativo.

**Figura 2.** *Articulación del marco teórico.*





A continuación, se presentan los elementos involucrados en este marco teórico y que dan sustento a la presente investigación.

### **3.1.1. Actores involucrados**

Los actores involucrados en el proceso fueron: el investigador, el docente y los estudiantes.

El investigador tomó el rol de cooperador; entendiendo la acción de cooperar según RAE (2018) como hacer algo para que, junto a la acción o el esfuerzo de otra u otras personas, se consiga un resultado. En este caso, el investigador fue quien aportó el conocimiento tecnológico y los argumentos de cambio para promover la mejora de la práctica docente del profesor.

El docente tomando también un rol de investigador, reconoce su realidad social y junto con su experiencia, conocimiento del contenido y pedagogía propone estrategias de cambio en su práctica docente (Martínez, 2007).

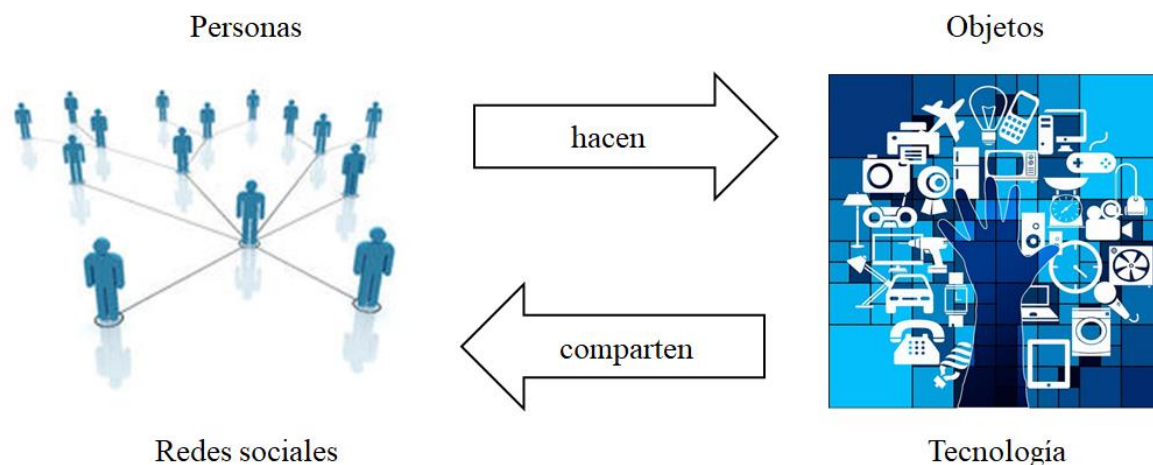
Los estudiantes no fueron el foco de atención de esta investigación, sin embargo, estos si lo fueron para los docentes que participaron; situación que se entiende en la *Andragogía*, porque el docente busca nuevos aprendizajes, motivado porque estos sean útiles y los aplique pronto con sus alumnos (Walker y Montero, 2004).

### **3.1.2. Cultura Maker**

Este término proviene del movimiento Maker, acontecimiento social vinculado al desarrollo y difusión de una tendencia surgida en Estados Unidos en el año 2005, además de guardar relación con agrupaciones de individuos u organizaciones cuyos objetivos son producir cambios. La Cultura Maker refiere el conocimiento e ideas que trascendieron alrededor del mundo sobre dicho movimiento. Peppler & Bender (2013) destaca el movimiento como una nueva relación entre la sociedad y la tecnología, caracterizada porque las personas hacen cosas con sus propias manos, *Do*

*It Yourself (DIY)* y las hacen con otros, *Do It With Others (DIWO)*, en ambientes de colaboración con apoyo de las redes sociales. En Figura 3 se ilustra la relación entre los elementos mencionados involucrados en la Cultura Maker.

**Figura 3.** *Cultura Maker.*



A través de la Cultura Maker, las personas *crean objetos con sus propias manos o los hacen con otros en colaboración*; se *crea tecnología y se comparte* a otras personas aprovechando *redes sociales reales o virtuales*. También, las personas encuentran soluciones a problemas ya resueltos por otras personas y compartidos en redes sociales. De esta manera, las personas acceden a estas redes y encuentran apoyo u orientación para crear tecnología. Una vez realizado el objeto, artefacto, reparación, etcétera, se tiene el compromiso de compartir en redes sociales para permitir a otros encontrar mejores soluciones y lograr un desarrollo tecnológico. Esto es lo que caracteriza a la Cultura Maker.

Las cosas se *con tecnología, se comparte y no se rige por una sola disciplina, arte u oficio en particular*. En muchas ocasiones, se emplean elementos de robótica, cómputo y electrónica,

gracias a las arquitecturas de *hardware* y *software* abiertos y la impresión 3D, entre otros. Estas tecnologías favorecieron el desarrollo de la Cultura Maker en gran medida, junto a las redes sociales, en las cuales se compartió información del *qué, cómo y para qué* crear cosas.

Gerstein (2016) menciona que este movimiento se encuentra en auge en el ámbito educativo de Estados Unidos, tanto formal como informal, y cada vez más se escriben artículos sobre el movimiento y educación Maker. Poseen una mayor atención al tema para el desarrollo profesional docente, donde se trata de crear pensamientos y acciones relacionados con la creatividad, la innovación, el ingenio, y la idea de pensar diferente para autodirigir el aprendizaje. Si un profesor adopta la Cultura Maker y la incorpora a su quehacer profesional, significará un cambio en la práctica docente que desarrolla, un cambio de *quien domina el contenido* a un *facilitador para el aprendizaje de este contenido*.

En México, según la percepción de los investigadores, a partir de la revisión de la literatura y la experiencia propia, la cultura Maker no ha permeado hacia los docentes ya que el adjetivo Maker lo asocian únicamente a un Makerspace, que se genera en escuelas privadas a partir de paquetes que incluyen impresoras 3D principalmente, haciendo que el uso de esta tecnología sea el objetivo final del adjetivo Maker. Esta visión impide que las escuelas públicas se acerquen a la cultura Maker por asociarlo a una inversión económica.

### **3.1.3. Construccionismo**

La aplicabilidad de la Cultura Maker en la educación es comprendida con la teoría de aprendizaje del construccionismo. En ella se nos indica que la construcción de artefactos es un facilitador del aprendizaje.

Tesconi (2015) explica cómo el aprendizaje surge de experiencias significativas en un contexto social, así como de la interacción con un entorno y sus artefactos. La idea no es nueva en

la pedagogía, sin embargo, la refiere a Papert, quien elaboró una teoría de aprendizaje conocida como *Construccionismo*, donde afirma que el aprendizaje sostiene una relación intrínseca con la producción de artefactos, los cuales funcionan como elementos activadores del proceso de construcción de conocimiento.

En la teoría se atribuye importancia a la interacción con los medios educativos tecnológicos, por favorecer el desarrollo de múltiples formas de expresión, que obedecen a los diferentes intereses y estilos de aprendizaje de cada estudiante. Asimismo, la actividad creativa a través de desarrollar tecnología tiene potencial de transformación en las prácticas educativas, pues por medio éstas se fomentan actitudes activas, críticas y creativas en la interacción con los mecanismos y aplicaciones tecnológicas. En cierto modo, computadoras, aplicaciones y máquinas pueden usarse para diseñar, programar y crear artefactos. A pesar de jugar un papel relevante, el rol fundamental en el aprendizaje pertenece al maestro, quien puede educar al alumno sólo como usuario de tecnología o brindarle la oportunidad de realizarse como creador y fomentar el desarrollo de competencias digitales y actitudes activas, críticas y participativas en la interacción con las tecnologías.

Tesconi (2015) también indica que los procesos de enseñanza y aprendizaje no están relacionados con las enseñanzas del maestro, sino la comprensión del estudiante: sucederá si le interesa o le emociona. Además, las representaciones y las descripciones de los estudiantes están ligadas a los procesos de comprensión e interpretación de lo real que cada uno elabora. Según Badilla y Chacón (2004), en esta teoría se encuentran implícitos tres aspectos instrumentales para brindar a los estudiantes mejores oportunidades de construcción de conocimiento. El primero es *el objeto con el cual pensar*, donde se considera la construcción de objetos físicos, para experimentar con ellos, modificarlos y ver cómo funcionan, para pensar en lo que eso implica y que captan la atención del sujeto para favorecer el desarrollo del pensamiento. El segundo aspecto son las

*entidades públicas*, en las cuales el aprendizaje es provechoso cuando el estudiante está involucrado conscientemente en una construcción que será pública, es decir, mostrar la construcción de objetos, discutirla, examinarla, probarla o ser admirada por otras personas. El tercer aspecto consiste en el *micromundo*, el cual constituye por sí mismo una entidad pública utilizada como herramienta para la construcción de objetos para pensar. Entiéndase un micromundo como un mundo delimitado, donde el estudiante explora alternativas, comprueba hipótesis y descubre hechos verdaderos en relación con ese mundo. Un ejemplo de micromundo es el reto de recoger latas en un arenero con un robot, como simulación de un proyecto que se podría llevar a la vida real en una playa.

#### **3.1.4. Andragogía**

El trabajo cooperativo con los docentes está alineado con la Andragogía, para ayudar a organizar los conocimientos de los adultos. Esta última menciona, en términos generales, la importancia en el adulto de la relevancia del tema, se debe respetar su experiencia, acceso de aplicación inmediata a los conocimientos que tiene y considerar la diferencia en su capacidad de retención.

El desarrollo de esta investigación implica una interacción cercana con los docentes participantes en los aspectos de su capacitación y el acompañamiento. Para ello es importante conocer cómo es el aprendizaje en el adulto. Malcom Knowles, citado por Walker y Montero (2004), desarrolló una teoría a mediados del Siglo XX, donde propone el término *Andragogía* para denominar la educación de adultos. Establece cuatro principios para marcar las principales diferencias entre andragogía y pedagogía, que deben considerarse en la educación del adulto: *La relevancia del tema, el respeto a la experiencia que posee, la aplicación inmediata del conocimiento y considerar que la retención del adulto es diferente.*

Con lo anterior, se hace énfasis en considerar para esta investigación la experiencia, el conocimiento o percepción previa del adulto. La relación con el adulto implica ser más horizontal, el facilitador delega gran parte de las tareas para que el protagonismo real no sea el suyo. El respeto se prueba al comprobar que el programa responde a las necesidades de los participantes y por la cantidad y calidad del diálogo establecido, la discusión y los acuerdos tomados con los participantes. Acuerdos que ayudan al compromiso personal y animan al cambio de una manera más favorable que solo con trabajo individual.

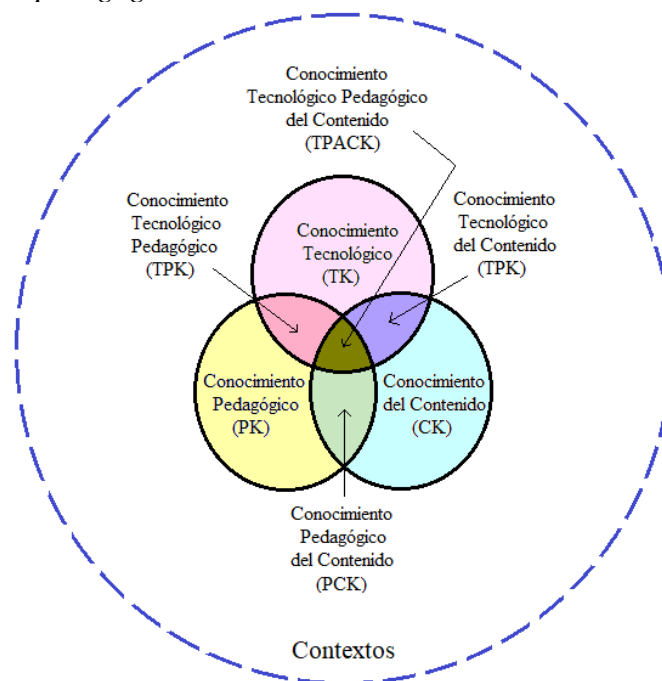
### **3.1.5. Modelo TPACK**

Se consideró el modelo TPACK como referente de las competencias tecno-pedagógicas que un docente debe dominar; estas, están relacionadas con el conocimiento pedagógico, el conocimiento del contenido y el conocimiento tecnológico. Si bien este modelo se desarrolló para Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), el referente es conveniente para la incorporación y apropiación de otras tecnologías: electrónica, programación, estructura en metal, plástico o madera, entre otras.

Al considerar necesaria la integración de la tecnología en el aula, el rol del docente es fundamental; por ello, se considera la estructura del modelo tecno-pedagógico TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), propuesto por Koehler y Mishra, citado en Cabero et al. (2017). En este modelo se mencionan tres tipos de conocimiento que el docente debe dominar: *conocimiento del contenido*, *conocimiento pedagógico* y *conocimiento tecnológico*, para integrar la tecnología en la enseñanza, refiriéndose *conocimiento tecnológico* a las TIC. En esta investigación el conocimiento tecnológico se extendió más allá de la TIC, para incluir principalmente electrónica y otras tecnologías.

La Figura 4 muestra la representación de estos conocimientos como conjuntos del contexto educativo, propios del docente cuya intersección (TPACK) es el ideal de conocimientos a integrar por el profesor en su práctica docente. Los detalles de estos conocimientos y las intersecciones que se generan se pueden revisar en Cabero et al. (2017).

**Figura 4.** Modelo tecno-pedagógico TPACK.



*Nota.* Tomado de Cabero et al. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, 32(1). p. 75.

### 3.1.6. Propósitos de la enseñanza de la Ciencia y Tecnología

*Los propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales y Tecnología para la Educación Secundaria*, descritos en SEP (2017), se consideran un reto para el docente, porque proponen una relación estrecha entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estos propósitos se describen en nueve puntos:

- Concebir la Ciencia y la Tecnología como procesos colectivos, dinámicos e históricos, en los que los conceptos están relacionados y contribuyen a la comprensión de los fenómenos naturales, al desarrollo de tecnologías, así como la toma de decisiones en contextos y situaciones diversas.
- Reconocer la influencia de la Ciencia y la Tecnología en el medioambiente, la sociedad y la vida personal.
- Demostrar la comprensión de las ideas centrales de las Ciencias Naturales, a partir del uso de modelos, del análisis e interpretación de datos experimentales, del diseño de soluciones a determinadas situaciones problemáticas, y de la obtención, evaluación y comunicación de información científica.
- Explorar la estructura y diversidad biológica y material, desde el nivel macroscópico hasta el submicroscópico, estableciendo conexiones entre sistemas y procesos macroscópicos de interés, sus modelos y la simbología utilizada para representarlos.
- Identificar la diversidad de estructuras y procesos vitales, como resultado de la evolución biológica.
- Valorar el funcionamiento integral del cuerpo humano, para mantener la salud y evitar riesgos asociados a la alimentación, la sexualidad y las adicciones.
- Explorar modelos básicos acerca de la estructura y procesos de cambio de la materia, para interpretar y comprender los procesos térmicos, electromagnéticos, químicos y biológicos, así como sus implicaciones tecnológicas y medioambientales.
- Comprender los procesos de interacción en los sistemas y su relación con la generación y transformación de energía, así como sus implicaciones para los seres vivos, el medioambiente y las sociedades en que vivimos.



- Aplicar conocimientos, habilidades y actitudes de manera integrada, para atender problemas de relevancia social asociados a la Ciencia y la Tecnología. (SEP, 2017, p. 357)

Otro aspecto relevante propuesto en el enfoque pedagógico y rescatado del modelo educativo descrito en SEP (2017), es fomentar una visión de la Ciencia más integrada e interrelacionada, con enfoque en estructuras generales que comparten diversas Ciencias, y no tanto en la visión de cada disciplina. Esto con el fin de presentar de manera coherente una Ciencia básica escolar, donde se rescate no solo los conocimientos más básicos de cada disciplina, sino una forma transdisciplinaria de verla y abordarla. El propósito es concebir una Ciencia escolar más útil al desarrollo social, económico y tecnológico del presente.

Para organizar el trabajo escolar, SEP (2017) propone considerar tanto las secuencias didácticas para posibilitar actividades variadas, interesantes, retadoras, como las que generen motivación, el trabajo colaborativo e intercambio de ideas y proyectos.

Los propósitos se consideran de alto valor de orientación para el docente en la búsqueda de una mejora de práctica docente, y son coherentes con la apropiación de la Cultura Maker, además estimulan la creatividad con la construcción de objetos y desarrollan destrezas en el uso de herramientas y materiales, entre otros.

### ***3.1.7. Autonomía curricular***

Como parte de la investigación, se propuso al docente realizar una intervención educativa en el aula. Lo anterior, una vez que se convenció de desarrollar acciones diferentes en su práctica docente. Esta intervención se justifica por la visión en Los propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales y Tecnología para la Educación Secundaria, descritos en los Aprendizajes clave para la educación 2017 en SEP (2017). Aquellos indican, en términos generales, vincular la Ciencia con la Tecnología, por medio de nuevos contenidos relevantes, conocimientos regionales y

proyectos de impacto en la comunidad, en la materia Autonomía curricular, curso diseñado para ampliar la formación académica. Ese fue el ámbito en la que nos vamos a enfocamos ya que es el nicho natural para la Cultura Maker.

De acuerdo con SEP (2017), la *Autonomía curricular* refiere a actividades extraacadémicas, como un componente incorporado al currículo de la educación básica en México. Ofrece a los estudiantes temas de su interés, desarrollo de nuevas habilidades, superación de dificultades, fortalecimiento de conocimientos, identidad y sentido de pertenencia. También ofrece a los docentes espacios para experimentar nuevas metodologías para renovar su práctica docente. Este último aspecto resulta útil para favorecer la participación del docente en el proyecto de investigación, pues requerirá su preparación para construir interacciones educativas significativas con creatividad e innovación. En la práctica tiene la figura de una materia que no siempre tiene una calificación en la boleta de calificaciones.

Una de las razones del bajo rendimiento de estudiantes de secundaria en Ciencias, descrito en OCDE (2016), se relaciona con la oferta de actividades extraacadémicas, desarrolladas en muchas escuelas como autonomía curricular, y pensadas bajo los siguientes cuatro puntos:

- Movilizar todas sus potencialidades para innovar y generar ambientes de aprendizaje con diversidad de contextos.
- Ofrecer a sus estudiantes la oportunidad de aprender a aprender.
- Reconocer las características, las necesidades y los intereses de sus estudiantes y su entorno.
- Desarrollar diversas estrategias de intervención docente que les permitan trabajar simultáneamente con alumnos de diferentes edades y grados escolares. (SEP, 2017, p. 616)

Las estrategias metodológicas propuestas son: aprendizaje basado en problemas (ABP), trabajo por proyectos y estudio de casos.

La autonomía curricular ofrece a la escuela la facultad de decidir, con base en su contexto y de acuerdo con los intereses, habilidades y necesidades particulares de los estudiantes, los ámbitos más pertinentes y adecuados para incorporarse en su oferta escolar de materias y con ello complementar el currículo obligatorio, enmarcado por los dos componentes curriculares: campos de formación académica y áreas de desarrollo personal y social. La descripción se estructura en cinco ámbitos.

- Ampliar la formación académica.
- Potenciar el desarrollo personal y social.
- Nuevos contenidos relevantes.
- Conocimientos regionales.
- Proyectos de impacto social. (SEP, 2017, p. 620)

Existen diversos ejemplos de los temas para los espacios curriculares, pero solo se mencionarán algunos por su componente tecnológico: elaboración de proyectos, robótica, diseño de juegos interactivos, uso inteligente de las redes sociales, retos del mundo actual, creación de juguetes, reciclaje y elaboración de papel y talleres de tecnología (SEP, 2017).

### ***3.1.8. Intervención educativa***

En el planteamiento del problema se identificó la forma de enseñar del docente como una de las principales causas del bajo rendimiento en Ciencias de los estudiantes de secundaria en México en 2015 (OCDE, 2016). Para abordar la investigación sobre esta situación se propuso al docente aplicar una intervención educativa (IE), con los cambios que considerara pertinentes en pro de la búsqueda del cambio en su práctica docente.

Lo anterior se justifica en Pérez (2017), donde se menciona que la IE acompaña y complementa las tareas de investigación e innovación educativas. Además, está asociada a las nociones de acción o práctica con sujetos a partir de problemáticas específicas.

Un aspecto que regula la IE es el escenario de la acción, ya sea para el cambio, para la mejora o para actuar sobre una parte de la realidad socioeducativa en cuestión. Este escenario se relaciona con la intención que el profesor pretende lograr o a la necesidad que responderá a su acción y conocimiento del docente.

Se hace énfasis en aclarar la preferencia de reflexionar la práctica o el conjunto de intervenciones realizadas o por realizarse como parte de la propuesta y no pensar en intervenir la práctica. La reflexión se torna en el compromiso por dividir en partes todos los componentes de la intervención en antes, durante y después de realizarse. De esta manera, el sujeto notará hasta dónde es congruente la intención y la acción con los resultados de la intervención.

### **3.2. Comentarios finales**

Esta investigación partió con una propuesta inicial con conceptos y teorías (Ver Figura 1); y conforme se avanzó en su proceso investigativo se fueron integrando otros, hasta lograr una articulación del marco teórico que se mostró en la Figura 2.

El planteamiento del problema fue el punto de partida que implicó el desarrollo de una investigación que se percibe desde la actividad profesional del docente, con un diseño metodológico, donde se involucraron investigador y docentes, como participantes en un proceso en pro de la mejora de su práctica docente; que dio lugar al planteamiento de la propuesta de *mediación tecnológica* para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria apoyada en la Cultura Maker (Muñoz, 2016).

Se consideró necesaria la integración de la tecnología en el rol del docente en el aula, por lo que se tomó como referente el *modelo TPACK* (Cabero et al., 2017).

El investigador tomó el *rol de cooperador*; aportando el conocimiento tecnológico y los argumentos de cambio para promover la mejora de la práctica docente. El profesor tomó el *rol de investigador*, aportando los conocimientos del contenido y el pedagógico, por su experiencia en el campo de trabajo en el aula, y desarrolló su propia estrategia de enseñanza tras la búsqueda de la mejora de su práctica docente (Martínez, 2007).

Los participantes se apoyaron en la *Cultura Maker* como un agente transformador de aprendizaje, al aprovechar la relación de la tecnología y la sociedad que la caracteriza, al emplear el conocimiento compartido que existe en internet y hacer tecnología por él mismo y con otros docentes, lo que resulta en un conocimiento al alcance del docente para generar la propuesta de mediación tecnológica que se desarrolle en el aula (Tesconi, 2015).

El docente realizó una *intervención educativa* en el aula, convencido de desarrollar acciones diferentes en su práctica docente (Pérez, 2017). Esta intervención se justifica por la visión y *los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales y tecnología* (SEP, 2017), que indican ver las Ciencias más vinculadas con la tecnología. Esto amplió la aceptación de docentes a esta investigación, no solo de los que imparten Ciencias sino también quienes imparten actividades tecnológicas o cursos de *autonomía curricular* relacionado con Ciencias y Tecnología.

Los participantes se apoyaron en la aplicabilidad que tiene la *Cultura Maker* en la Educación, relacionada con la teoría de aprendizaje *Construccionismo* (Tesconi, 2015).

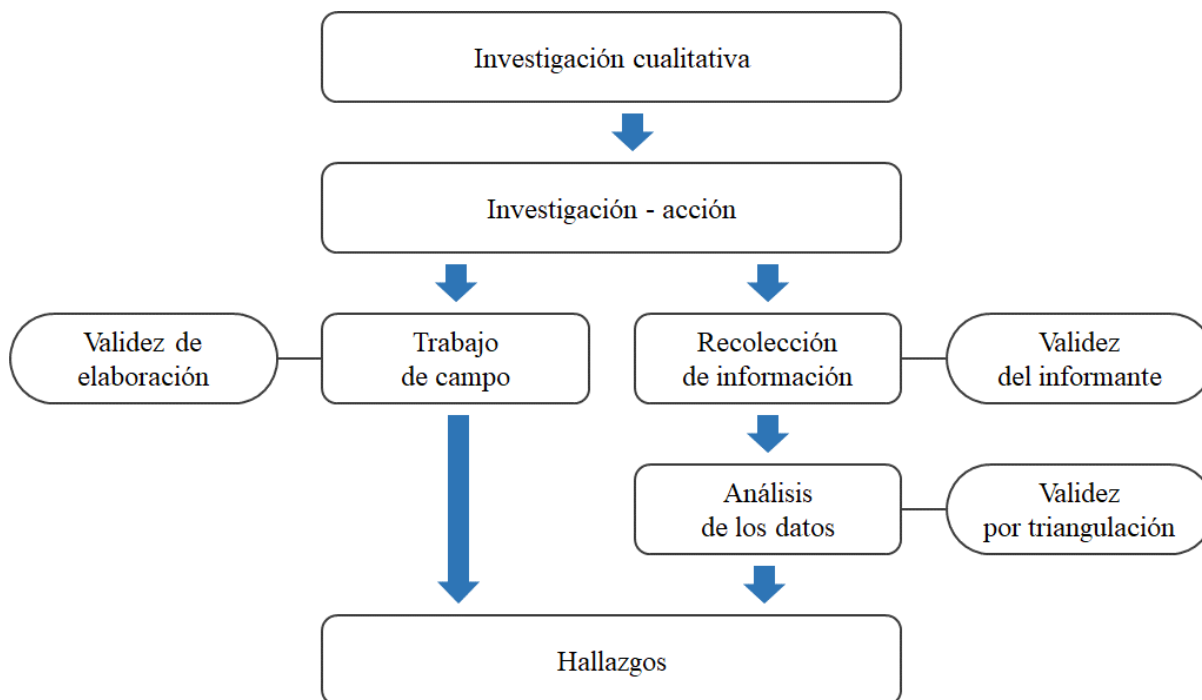
El trabajo cooperativo del investigador con los docentes implicó atender el aprendizaje en el adulto con la *Andragogía*, al considerar su conocimiento y percepción previa del tema, para entablar una relación entre pares, que ayudo a invitarlos a realizar un cambio (Walter y Montero, 2004).

## 4. Marco metodológico

### 4.1. Articulación del marco metodológico

Este marco metodológico está organizado bajo el enfoque de investigación cualitativa que, de acuerdo con Dorio et al. (2009), se orienta al cambio. Con la investigación-acción se establece su tipología práctica y traza este proyecto con el diseño del trabajo de campo, la recolección y análisis de los datos de la investigación. A continuación, se presenta un esquema de la articulación de los elementos del marco metodológico de esta investigación (ver Figura 5).

**Figura 5.** Articulación del marco metodológico.



Durante la ejecución del trabajo de campo se recolectaron y analizaron los datos, para dar lugar a la obtención de los hallazgos de la investigación, conformados por la ejecución misma. Con

ello, se prueba la propuesta de mediación tecnológica, objeto de este estudio, los conceptos y los elementos concurrentes encontrados tras el análisis de los datos.

La validez de los hallazgos de la investigación se plantea por tres criterios; la validez de elaboración o constructo, del informante y por triangulación. Estos criterios están ligados al trabajo de campo, a la recolección y al análisis de los datos, respectivamente.

Bajo este mismo orden de ideas, los elementos del marco metodológico se abordarán con detalle más adelante.

#### **4.2. Diseño de investigación**

De acuerdo con Sabariego y Bisquerra (2009), la selección del enfoque y el método de investigación, adecuados al problema, dependerá de la orientación pretendida por el investigador y el objetivo de la investigación. La primera se identifica por desarrollar un proceso de cambio por el docente y conocer lo que ocurre en este proceso. De esta manera, la selección del método de investigación es considerada dentro de los métodos orientados a solucionar problemas prácticos. En cuanto al objetivo, el estudio se orienta a adoptar la investigación con enfoque cualitativo, por la necesidad de lograr el acercamiento con docentes, en el contexto particular que se planteó: Educación Secundaria.

En particular usamos en este estudio la investigación-acción, en su doble modalidad cooperativa y participativa, y los métodos descriptivos, los cuales se dirigen para obtener información sobre la acción implementada.

Katayama (2014), Bautista (2011) y Dorio et al. (2009), coinciden con este último planteamiento. Agregan que su estudio debe ser sistematizado para buscar conocer el fenómeno social, el cual parte de la existencia de una realidad por descubrir y construir por docentes, quienes darán significado al fenómeno. Otro aspecto que menciona Vasilachis (2006) es en relación con el

investigador, porque su figura provoca el interés de aprender activamente junto a la investigación, esta se narra en términos de los actores y no se constituye como un experto que evalúe.

#### **4.2.1. Escenario**

El escenario de esta investigación estuvo constituido por docentes de escuelas secundarias, públicas y privadas de México donde se imparten las materias de Ciencias y Tecnología. Tal y como se estableció en el Planteamiento del Problema, en el Capítulo 1, para esta investigación, la población se acotó en función a la intención voluntaria de los docentes para el cambio. Tanto los participantes, así como los espacios de desarrollo se ubicaron en diferentes centros de trabajo.

La accesibilidad y los recursos económicos fueron factores importantes a considerar para un escenario viable de la presente investigación, por lo que se propuso como centro de trabajo y operaciones distintos salones de clase dentro de la BUAP.

#### **4.2.2. Muestreo**

Para esta investigación se optó por un muestreo por criterio o colección completa (Martínez-Salgado, 2012), pues se buscó incluir aquellos docentes que cumplieran con determinada particularidad. Para este caso, se solicitó al docente participar por voluntad propia, criterio basado en el paradigma del interés emancipador del sujeto –descrito en Capítulo 1– en la delimitación por los supuestos y paradigmas de esta investigación.

Derivado del diseño de la investigación-acción descrito, los docentes seleccionados que impartían las materias de Ciencias Naturales y Tecnología en Educación Secundaria y reunían las necesidades del proyecto de investigación. A partir de este diseño se planteó estimular y observar un cambio en la práctica docente. Para esto, se convocó a la participación de docentes de manera voluntaria, por su interés de integrarse a la dinámica del diseño de investigación-acción. Se buscó



fomentar un cambio en pro de mejorar su práctica docente, para considerar implementar su propia estrategia de acción en el aula.

### **4.3. Enfoque de Investigación-Acción**

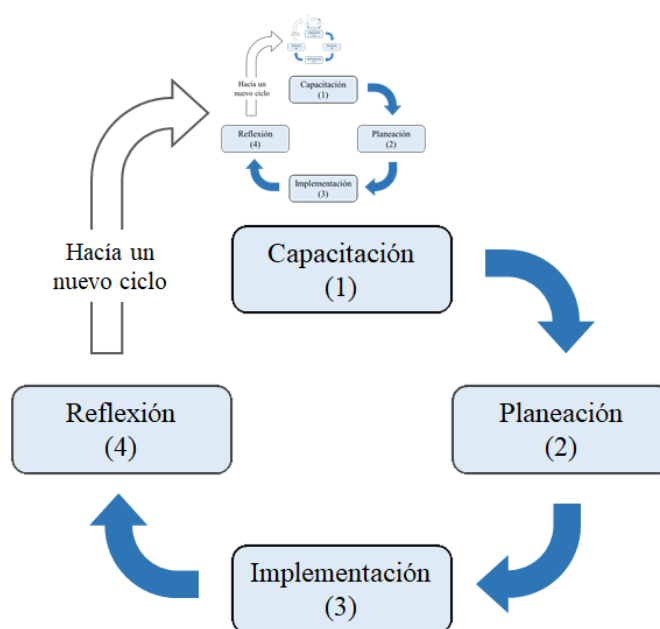
Para esta investigación se implementó un diseño metodológico de investigación-acción. Varios autores entre los que encuentran Katayama (2014), Creswell (2007), Suárez (2002), Restrepo (2004), Martínez (2007), Bautista (2011), Latorre (2009) y Valles (1999), lo consideran el diseño adecuado para este tipo de investigación, porque se orienta hacia el cambio y busca una mejora de la realidad social del docente. Dicho método destaca por la cooperación y participación, permite conjuntar las capacidades, los conocimientos prácticos, las experiencias y las habilidades de los participantes para interactuar, desarrollándose de forma constante y cíclica.

De manera particular, Suárez (2002) menciona que este tipo de diseño es una forma de estudiar y explorar una situación social con el fin de mejorarla, e involucra tanto a investigadores como a los actores sociales. Este diseño metodológico se basa en la relación entre teoría y práctica, fomenta la investigación participativa y tiene como objetivo el desarrollo de la capacidad de reflexión crítica en las personas para analizar su contexto y realidad, así como tomar sus propias decisiones sobre las acciones que más les convengan realizar, y hacer frente a las limitaciones que se les presente.

Restrepo (2004) agrega que el diseño de investigación-acción trata de un proceso de deconstrucción y reconstrucción de la práctica. Además, llevaría a identificar la estructura, los fundamentos teóricos de esta práctica y las razones por las cuales ciertos componentes no funcionan bien. Así, los hallazgos de la acción son valorados y los adapta para una práctica nueva que produce conocimiento.

Se proyectó un diseño de la investigación-acción para fomentar la apropiación de la Cultura Maker y la mejora de la práctica docente. Para la investigación se estableció un esquema general en forma de ciclo que comprende: la capacitación, planeación, implementación y reflexión, que representan fases y constituyen acciones del docente participante en la investigación. Por su característica cíclica, se repite, pero ahora con los cambios producidos por la reflexión de su acción. El siguiente esquema ilustra la forma cíclica de las fases de la investigación; en la sección de trabajo de campo de este capítulo se especifica a detalle este proceso (ver Figura 6).

**Figura 6.** *Diseño metodológico de investigación-acción.*



#### 4.3.1. Modalidad práctica

De acuerdo con Rodríguez et al. (2011) y Latorre (2009), la modalidad de la investigación-acción del proyecto es de tipo *práctica*. Rodríguez et al. (2011) lo considera así por tener un protagonismo activo y autónomo en el docente, y ser este quien lleva el control de su propio

proyecto de acción. Latorre (2009) agrega el objetivo de la transformación de la conciencia, pues el rol del investigador opera como orientador para que avance por sí mismo, mientras acentúa la importancia en la participación y la autorreflexión, además de establecer una relación de cooperación con el docente.

#### ***4.3.2. El rol del docente***

En Suárez (2002) se menciona el involucramiento de los actores en la transformación y mejora de su realidad educativa. Se considera a los docentes participantes con el rol de investigadores para unirse a la investigación con sus capacidades, conocimientos, experiencias y habilidades.

#### ***4.3.3. El rol del investigador***

Para la metodología de investigación-acción, Martínez (2007) indica que, para un escenario educativo donde se cuenta con docentes como participantes y quienes poseen el rol de investigadores de su realidad, puede existir un docente investigador externo. Este último introduce una propuesta de cambio para trabajar el proceso de investigación y toma la postura denominada como investigador cooperador. En este caso, y como se menciona en Latorre (2009), este investigador, por medio de sus capacidades, habilidades y experiencias, se une con el resto de los sujetos participantes, para entrar en conjunto en una dinámica de acción y reflexión.

Entonces, el investigador toma el rol de cooperador. En concreto, el investigador es quien coopera al aportar el apoyo de conocimiento tecnológico y los argumentos de cambio para promover la mejora de la práctica docente del profesor. A su vez, este profesor en el rol de investigador reconoce su realidad social y junto a su experiencia, los conocimientos del contenido

y de pedagogía propone, planea e implementa estrategias de cambio de su práctica docente (Martínez, 2007).

#### **4.3.4. Planteamiento de participación**

Como se mencionó en el marco teórico, el modelo TPACK propone el dominio de los conocimientos del contenido pedagógico y tecnológico deseables en un docente para desarrollar una enseñanza mediada por tecnología. De igual manera se asigna, a los actores que participan en la investigación, elementos de capacitación y acompañamiento al docente, al considerar las habilidades y experiencia del docente y del investigador. Se atribuye al docente el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico (PCK), por su formación y su desarrollo profesional docente; y el conocimiento tecnológico al investigador (TK), por promover en el docente la propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker.

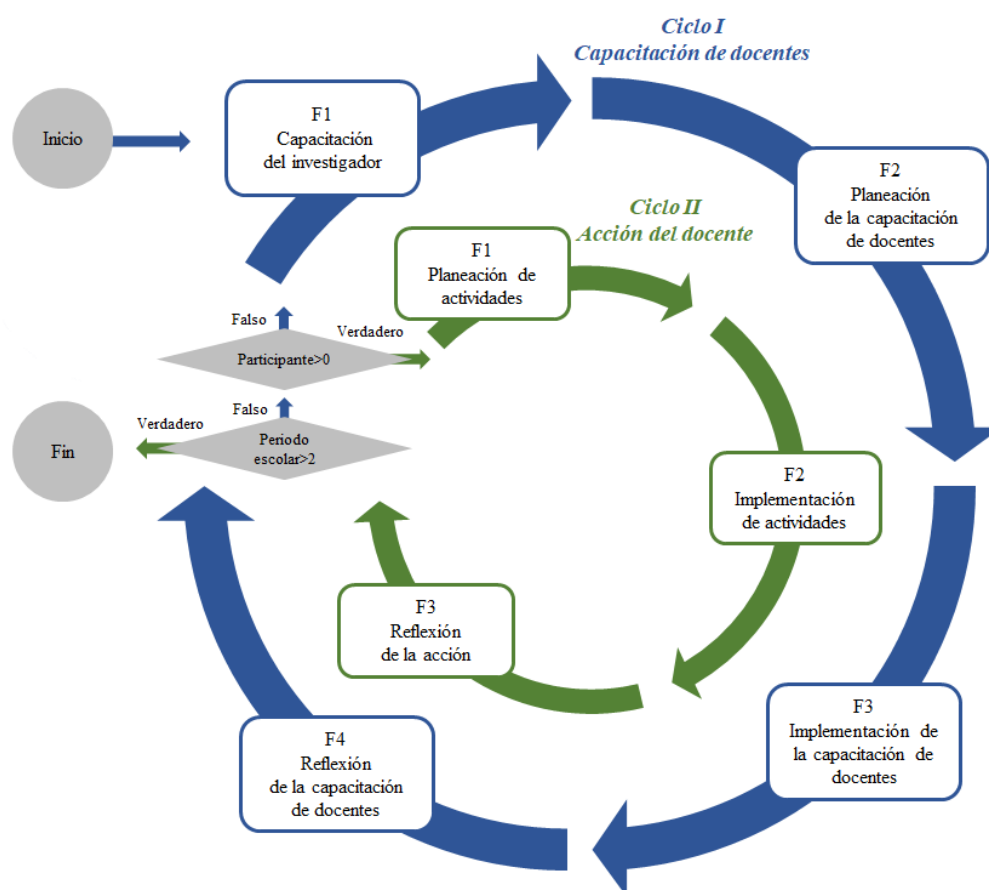
#### **4.4. Trabajo de campo**

El trabajo de campo estuvo definido con una estructura de investigación-acción, como planteó anteriormente. El esquema del diseño de investigación-acción del proyecto constó de dos eventos, y a su vez, cada evento tuvo dos ciclos (ver Figura 7). Inicia con el ciclo externo, *Ciclo I*, identificado como la *capacitación de docentes*; este ciclo constó de cuatro fases: 1) *capacitación del investigador*, 2) *planeación de la capacitación del docente*, 3) *implementación de la capacitación del docente* y 4) *reflexión de la capacitación del docente*. Una vez ejecutado este ciclo, los docentes interesados en continuar con su participación, continuaron el *Ciclo II*. Cabe hacer mención que, en este proceso, de no existir docentes que deseen continuar con su participación, se repetirá *Ciclo I* con el fin de ingresar en una dinámica de búsqueda de docentes que participen e ingresen a la segunda parte.

Una vez concluido el *Ciclo II*, surgió un primer evento, acto seguido y, siguiendo el mismo procedimiento, se desarrolló un segundo evento.

La información emerge de la recolección de datos que se realiza conforme se desarrolla cada una de las fases. Dada la acotación del tiempo por el programa doctoral, solo se estimaron dos eventos para el trabajo de campo, comprendidos cada uno de ellos en un periodo escolar de Educación Secundaria, 2017-2018 y 2018-2019, respectivamente.

**Figura 7.** Esquema del trabajo de campo.



#### **4.4.1. Definición de las actividades**

El trabajo de campo, como ya hemos comentado, contempló dos eventos. Cada uno de ellos se desarrolló consecutivamente una vez por cada periodo escolar. Las fases que formaron parte del *Ciclo I, capacitación de docentes*, se detallan a continuación:

- *Capacitación del investigador*. Consistió en la revisión de la literatura, participación en talleres y cursos sobre los temas de Cultura Maker en educación e investigación cualitativa por parte del investigador.
- *Planeación de la capacitación de los docentes*. Aquí se planteó y estableció el temario, cronograma, proyectos, fechas, espacio, recurso humano, herramientas, materiales, convocatoria y difusión del taller.
- *Implementación de la capacitación del docente*. En esta fase se desarrolló el taller, en los tiempos, espacios y recursos planeados. También fue el primer momento del cual se tuvo información para la investigación, misma que se recabó por medio de instrumentos detallados más adelante.
- *Reflexión de la capacitación del docente*. Aquí el investigador analizó los aspectos positivos y negativos del desarrollo del taller de capacitación, desde su planeación, implementación y retroalimentación hecha por los participantes. Dicha acción se realizó con el fin de generar elementos de juicio que vayan en la dirección de mejorar el siguiente taller, así como lograr una capacitación cada vez más adecuada a las necesidades que los mismos participantes consideren.

El *Ciclo II*, acción del docente, refiere al convencimiento del docente por desarrollar una acción de cambio en su práctica docente, llevándolo a plantear actividades en el aula. Todo profesor

que ingresó a este ciclo desarrolló cada una de las fases planteadas. Este ciclo se ejecutó con la cooperación y acompañamiento del investigador y constó de tres fases definidas a continuación:

- *Planeación de actividades.* En esta fase el docente estableció cuidadosamente su plan de acción; mismo que estuvo sujeto a la sinergia o limitantes establecidas por la dirección de la escuela y de los padres de familia. Aquí el docente planteó su acción de acuerdo con el contenido programado para enseñar en el periodo escolar; a su vez el docente estableció el temario, cronograma, herramientas, materiales y justificación de la actividad; gestionó la parte académica, así como los recursos con la aprobación de la dirección escolar y el consentimiento de los padres de los alumnos.
- *Implementación de actividades.* En esta fase se desarrollaron, dentro del aula, las actividades planeadas por el docente. Es el momento del cual emergió gran parte de la información para la investigación, misma que fue recabada a través de instrumentos que se detallan más adelante.
- *Reflexión de la acción.* Se presentó a cada uno de los docentes, de manera personal, los resultados de su acción. Y el docente reflexiona sobre los hallazgos obtenidos.

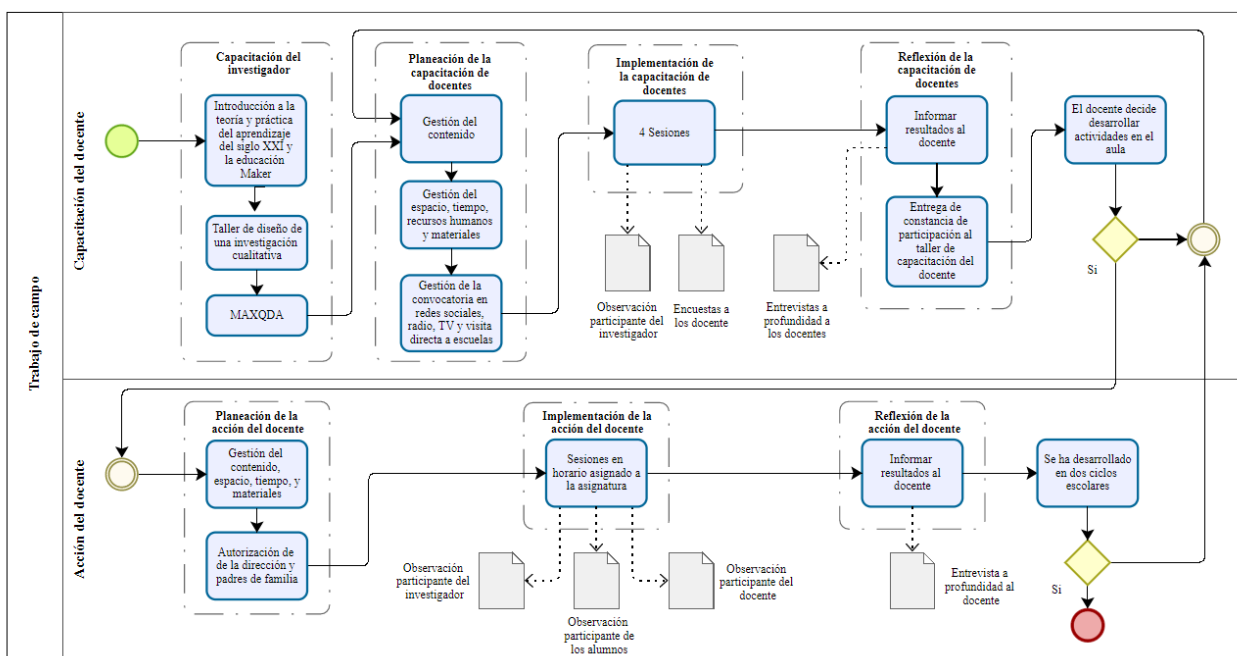
Una vez ejecutadas cada una de las fases, por cada docente que ingresó al Ciclo II, se dio inicio a un segundo y último evento, el cual se desarrolló de manera semejante, pero con nuevos docentes participantes. Como parte de la propuesta metodológica, se consideró la reflexión que emergió del primer evento, para mejorar cada una de las fases del segundo evento.

#### **4.4.1.1. Modelado del proceso**

En la Figura 8, se presenta el proceso del trabajo de campo desarrollado con la herramienta de modelado de procesos Bizagi (2021). Este esquema permite visualizar el flujo de los procesos de los ciclos de *capacitación de docentes* (enfaticando el rol del investigador) y *acción del docente*

(enfazando el rol del docente). También se muestra el flujo de las fases de cada ciclo, el flujo de las tareas en cada una de dichas fases, el momento particular donde se generan los grupos de documentos de los instrumentos que fueron aplicados, así como las condiciones para que se cumplan en secuencia tanto los ciclos como los dos eventos del trabajo de campo.

**Figura 8.** Modelación del trabajo de campo.



#### 4.4.2. Periodo del trabajo de campo

El primer evento del trabajo de campo se desarrolló en el periodo escolar 2017-2018 (Ver Tabla 9).



**Tabla 9.** *Periodo del evento 1.*

Ciclo	Fase	Descripción	Periodo
I	1	Capacitación del investigador	Noviembre - diciembre 2017
	2	Planeación de la capacitación de los docentes	Enero 2018
	3	Implementación de la capacitación de los docentes	Febrero 2018
	4	Reflexión de la capacitación de los docentes	Marzo 2018
		Publicación de hallazgos en Congreso Internacional EduAction Miami 2018	Julio 2018
II	1	Planeación de la acción del docente	Marzo 2018
	2	Implementación de la acción del docente	Abril - mayo 2018
	3	Reflexión de la acción del docente	Mayo 2019
		Publicación de hallazgos en Revista Campus virtuales	Octubre 2019

El segundo evento del trabajo de campo se desarrolló en el periodo escolar 2018-2019, en las fechas descritas en Tabla 10.

**Tabla 10.** *Periodo del evento 2.*

Ciclo	Fase	Descripción	Periodos
I	1	Capacitación del investigador	Marzo 2018
	2	Planeación de la capacitación de los docentes	Agosto 2018
	3	Implementación de la capacitación de los docentes	Septiembre 2018
	4	Reflexión de la capacitación de los docentes	Marzo 2020
II	1	Planeación de acción de los docentes	Octubre-noviembre 2018
	2	Implementación de la acción de los docentes	Noviembre 2018-abril 2019
	3	Reflexión de la acción de los docentes	Mayo 2020

#### 4.4.3. Participantes

Un primer grupo de participantes estuvo constituido por hombres y mujeres docentes entre 25 y 50 años, de nivel escolar de licenciatura y maestría y con diferentes años de experiencia, en la Tabla 11 se muestran sus características.

**Tabla 11.** *Participantes del primer taller de capacitación.*

<b>Participante</b>	<b>Género</b>	<b>Edad</b>	<b>Nivel máximo de estudios</b>	<b>Escuela</b>	<b>Materia que imparte</b>	<b>Experiencia en años</b>
1	Mujer	25	Licenciatura	Pública	Biología	3
2	Mujer	35	Maestría	Ninguna	Literatura	10
3	Hombre	29	Licenciatura	Privada	Actividades Maker	1
4	Hombre	50	Maestría	Privada	Física	27
5	Hombre	44	Licenciatura	Privada	Computación	15
6	Mujer	31	Licenciatura	Privada	Ludo Ciencia	0
7	Mujer	27	Licenciatura	Privada	Física	3
8	Mujer	38	Maestría	Privada	Matemáticas	16
9	Mujer	43	Maestría	Pública	Ofimática	19

Un segundo grupo de participantes estuvo integrado por docentes hombres y mujeres entre 27 y 50 años, de nivel escolar heterogéneo y con diferentes niveles de experiencia como profesores, en la Tabla 12 se muestran sus características.

Una vez terminados las fases de capacitación se invitaba a los participantes a la siguiente fase para realizarla de manera voluntaria. Y así se obtuvieron los sujetos de estudio, una docente del evento 1 y dos docentes del evento 2.

**Tabla 12.** *Participantes del primer taller de capacitación.*

Participante	Género	Edad	Nivel de estudios	Escuela	Materia que Imparte	Experiencia en años
1	Hombre	46	Lic. Enseñanza en Ciencias Naturales	Pública	Física	20
2	Hombre	50	Lic. Enseñanza en Ciencias Naturales	Pública	Química	21
3	Hombre	28	Lic. Enseñanza en física	Pública	Física, Matemáticas	5
4	Mujer	40	Lic. Enseñanza en Ciencias Naturales	Pública	Ciencias	13
5	Hombre	27	Lic. Mecatrónica	Pública	Taller de electricidad	3
6	Hombre	44	Lic. Computación	Pública	Informática	15
7	Mujer	40	Maestría en educación en Ciencias	Privada	La Naturaleza de la Ciencia, Estudio del Mundo Natural.	15
8	Mujer	45	Lic. Enseñanza en Ciencias Naturales	Pública	Ciencias I y II	15
9	Mujer	50	Lic. Computación	Privada	Computación y Taller de Ciencias	<1
10	Mujer	40	Ingeniería industrial	Pública	Matemáticas	10

#### 4.4.4. *Procesos del evento 1 del Ciclo I*

En esta fase, además de la investigación sobre la Cultura Maker en educación, se participó en un curso impartido por la organización *Jacaranda Education*, titulado *Chrysalis: Introducción a la teoría y práctica del aprendizaje del siglo XXI y a la educación Maker para profesionales de la educación*, el cual nos dio un panorama práctico de la Cultura Maker en el país. Fue acreditado y se presenta la constancia en Apéndice A.

Este curso se impartió tanto a distancia como presencialmente. Tuvo como participantes profesores de diversas áreas de conocimiento de educación superior, tanto de la Universidad Politécnica del Centro (UPC) de Villa Hermosa, Tabasco, como de la BUAP. Se planteó la

necesidad de desarrollar en los jóvenes las habilidades y competencias del Siglo XXI, al encontrarse ellos en la experimentación de nuevos métodos de socialización y adquisición de capital social con la contribución de las TIC y el empleo de las tecnologías de *hardware* de acceso abierto como lo son el *Arduino* y el *Raspberry Pi*. De igual forma, se tuvo un acercamiento a las herramientas de diseño asistido por computadora y a los equipos de prototipado rápido como la impresora 3D, entre otros. Dentro del taller se consideró que estos equipos deben formar parte de un espacio Maker.

Esta forma de expresar la inclusión de la Cultura Maker en la educación, vista en el taller, se convierte en un ingrediente elemental para desarrollar un prototipo industrial de forma rápida y ubicándolo en la tendencia de mercado, consideración significativa para alumnos de nivel superior. Sin embargo, si orientamos la mirada a niveles de educación inferiores, donde se tienen otros contextos y necesidades, es importante abordarlos de diferente manera. Este acercamiento práctico a la Cultura Maker en educación, contribuyó para reflexionar sobre los aspectos iniciales del taller, realizado por el investigador para la capacitación de los docentes.

Como parte de la planeación de la capacitación de docentes, se diseñó, desarrollo e implemento un taller denominado: *Taller docente Maker*, con un enfoque práctico en su mayoría; la finalidad fue dar a conocer la Cultura Maker a los participantes, y que estos vivieran la experiencia de aprender creando cosas con tecnología. Se consideraron algunos elementos del taller *Chrysalis*, así como proyectos y experiencia del Dr. Daniel Mocencahua Mora, director de esta investigación, tales como el uso del Arduino y componentes electrónicos; estos elementos se adaptaron para desarrollar un proyecto realizable en su totalidad por los docentes, y bajo consideración de aspectos económicos y técnicos.

Se contó con el apoyo de la Dirección General de Innovación Educativa (DGIE) de la BUAP, quienes permitieron usar un aula virtual, la cual cuenta con pantalla, proyector de video,

conexión inalámbrica de internet, abastecimiento de conexiones eléctricas, pizarrón, mesas, sillas y espacio para pruebas. El espacio fue adecuado para lograr los objetivos trazados para cada una de las sesiones del taller. Respecto a las herramientas tales como pinzas, desarmadores, cautines y taladro, se contó con el apoyo del grupo Hipercubo (2017) de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) de la BUAP.

El taller se impartió en cuatro sesiones: los sábados 10, 17 y 24 de febrero y 3 de marzo de 2018; no tuvo costo y solo fue necesario que los docentes llevaran computadora portátil y los materiales a utilizar. Estas consideraciones se ofrecieron con la finalidad de obtener mayor poder de convocatoria. Como ya se mencionó con anterioridad, para la difusión del taller se hizo uso de las redes sociales, así como visitas a escuelas secundarias cercanas a la BUAP, campus Ciudad Universitaria.

La convocatoria mostraba el objetivo del taller como sigue: *Los participantes conocerán la Cultura Maker, algunas teorías y técnicas que podrán aplicar en su actividad docente a través del desarrollo de ejercicios prácticos y con el uso de componentes electrónicos y Arduino.* El contenido de la convocatoria puede verse en Apéndice B.

A continuación, se presenta el temario incluido en el taller:

- Sesión 1: Movimiento Maker, Construcciónismo, Cultura Maker en educación, Circuito electrónico, Armar y soldar en placa.
- Sesión 2: Tendencias, Ejemplo de éxito y Arduino.
- Sesión 3: Características de un robot y Desarrollo del proyecto *¡Armemos un robot!*
- Sesión 4: Triángulo interactivo de enseñanza y aprendizaje, *Design thinking*, Modelo tecno-pedagógico TPACK y Ejercicio de colaboración y experiencias docentes.

Las presentaciones de cada una de las sesiones se indican en Apéndice C. Una vez impartido, se obtuvo una constancia del taller como instructor. Esta constancia se muestra en Apéndice D.

#### ***4.4.5. Procesos del evento 1 del Ciclo II del docente 1 en la escuela 1***

Una vez concluido el *Ciclo I del evento 1*, un docente, quién será denominado en lo subsecuente como docente 1, decidió, por voluntad propia, participar en el *Ciclo II del evento 1* de esta propuesta metodológica. Se trató de un docente de 43 años, sexo femenino, con nivel académico de maestría relacionada a la educación, con 19 años de experiencia frente a grupo en una escuela secundaria técnica en la ciudad de Puebla, México. Como resultado del taller impartido por el investigador, ella decidió hacer un cambio en la dinámica en el aula, ya que no veía desarrolladas las habilidades técnicas en sus alumnos. Esta dinámica la aplicó en el cuarto bimestre del periodo escolar 2017-2018, en el tema de proyectos de innovación, del taller de Ofimática. El cambio consistió en la construcción de un robot con Arduino, como el proyecto que desarrolló en su etapa de capacitación.

La docente comentó como primera limitación estar “muy lejos de aprender algo sobre electrónica y mucho más de construir un robot con sus propias manos”. Superó dicha situación al adoptar la Cultura Maker, y notar que construir cosas es más fácil si aprovecha el conocimiento compartido que encuentra en las redes sociales e internet.

Decidida a implementar la propuesta en el aula, la profesora realizó la gestión académica y de recursos en su centro de trabajo. Para su propuesta consideró usar herramientas como el cautín para soldar componentes electrónicos, desarmadores y pinzas para armar circuitos, taladro para realizar orificios necesarios para el montaje de componentes, entre otros. Sin embargo, la dirección de la escuela no le permitió el uso de cautín ni taladro, para minimizar los riesgos por accidentes

como quemaduras o heridas en los alumnos. Fue resuelto por el docente mediante el uso de componentes previamente soldados y placas ya perforadas. Sí se aprobó el uso de desarmadores y pinzas bajo la responsabilidad de la maestra, las cuales le fueron facilitadas por un compañero docente del Taller de electricidad de la misma escuela.

Las restricciones sobre el uso de ciertas herramientas, como taladro y cautín, modificaron la experiencia buscada por la maestra para sus alumnos, pero consideró que dicho cambio no afectó la actividad en general.

La profesora también contó con la aprobación de los padres de familia para realizar la actividad en el aula. Sin embargo, no contó con el apoyo económico para la compra de los materiales por parte de la dirección de la escuela ni por los padres de familia. La situación se resolvió a través de un acuerdo con el investigador, quien los proporcionó en calidad de préstamo.

El grupo de la profesora se dividió en equipos de tres alumnos cada uno, definidos por los propios alumnos de manera voluntaria, teniendo un total de dieciséis equipos. La distribución en el aula fue de ocho islas conformadas de cuatro mesas donde trabajaron dos equipos en cada una.

Los registros y resultados de este primer evento se muestran en la sección 5.3.2 del Capítulo de Resultados y discusión.

#### ***4.4.6. Procesos del evento 2 del Ciclo I***

En esta fase, se tomaron las observaciones y reflexiones de la capacitación de los docentes del evento anterior. En términos generales, consistieron en: modificar la fecha del taller de capacitación al inicio del periodo escolar 2018-2019; cambiar la disposición de las mesas de trabajo del taller de capacitación; emplear un *protoboard* más grande e invitar al *docente 1* que llevó a cabo actividades en el aula, quien desarrolló el proceso de *Ciclo II del evento 1*, para dar a conocer su experiencia a los profesores del siguiente taller de capacitación.

Dado lo anterior no fue necesaria una nueva capacitación para el investigador, más allá de los elementos teóricos y metodológicos que se iban afinando con los cursos del doctorado.

El enfoque del taller de capacitación fue predominantemente práctico, bajo los mismos planteamientos del taller del primer evento. Se contó con el apoyo de la Escuela de Desarrollo y Habilidades Científicas y de Innovación, de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrados (VIEP) de la BUAP. Así, el taller de capacitación se desarrolló en esta ocasión en las instalaciones del Centro Universitario de Servicios de la BUAP; en una sala más amplia con proyector de video, conexión inalámbrica de internet, abastecimiento de conexiones eléctricas, pizarrón, mesas y sillas con la facilidad de moverlas en el momento indicado, además de una sala de receso ideal para charlar con los profesores. De esta manera, se contó con el espacio y disponibilidad adecuada para lograr los objetivos trazados para cada una de las sesiones del taller.

Se contó nuevamente con el apoyo del grupo Hipercubo (2017), de la FCE de la BUAP, que apoyaron con herramientas y auxiliares.

Se impartió el taller en 4 sesiones: los sábados 25 de agosto, 1, 8 y 22 de septiembre de 2019. Se pidió a los profesores llevar computadora portátil y cubrir los gastos de los materiales ocupados. Esta convocatoria se difundió a través de redes sociales, radio, televisión por cable y visita a escuelas secundarias cercanas a Ciudad Universitaria de la BUAP.

La convocatoria se muestra en Apéndice E. El objetivo y el temario fueron los mismos que el taller impartido en el *Ciclo I del evento 1*, pero fue enriquecido, en la última sesión, con la participación de la docente que realizó su intervención educativa y quien nos platicó su experiencia. Una vez realizado este taller de capacitación de docentes, se recibió una constancia emitida por la BUAP mostrada en Apéndice F.



#### **4.4.7. Procesos del evento 2 del Ciclo II del docente 2 en la escuela 2**

Una vez concluido el *Ciclo I del evento 2*, dos docentes decidieron, por voluntad propia, participar en el *Ciclo II del evento 2* de esta propuesta metodológica. En este apartado hablaremos del participante denominado, en lo subsecuente, como *docente 2*. Se trató de un docente de 50 años, sexo masculino, con nivel académico en enseñanza media con especialidad en Ciencias Naturales, 21 años de experiencia frente a grupo en la sección secundaria de un Centro Escolar en San Pedro Cholula, Puebla, México. El docente decidió hacer un cambio en su dinámica, en el aula, a partir del taller impartido por parte del investigador durante el *Ciclo I del evento 2*. Este cambio fue aplicado en el segundo trimestre del periodo escolar 2018-2019., como actividad de la Cultura Maker, dentro del Club de Ciencias como actividad de la Cultura Maker y, consistió en la construcción de un robot con Arduino similar al proyecto desarrollado en la etapa de capacitación.

Decidido a plantear su propuesta de actividades en el aula, el docente realizó la gestión académica y de recursos en su centro de trabajo. La propuesta requería usar herramientas como: caudín para soldar componentes electrónicos, desarmadores y pinzas para armar circuitos, taladro para realizar orificios necesarios para el montaje de componentes, entre otros.

En este caso, a diferencia de lo ocurrido con la *docente 1*, participante del *evento 1*, en esta escuela no hubo problema, por parte de la dirección ni de padres de familia, para usar las herramientas propuestas.

Las actividades se hicieron de manera individual, en un laboratorio con ocho mesas y bancos, el grupo estuvo integrado por alumnos de los tres niveles: primero, segundo y tercero de secundaria.

En esta ocasión, el docente contó con la aprobación para realizar la actividad en el aula, tanto por parte de la dirección como de los padres de familia; a su vez, el apoyo económico para

los materiales fue aportado por la mayoría de los padres; el resto de los materiales se obtuvieron a través del investigador, quien los proporcionó en calidad de préstamo.

Los registros y resultados de este trabajo con el segundo profesor se muestran en el Capítulo de Resultados y discusión.

#### **4.4.8. Procesos del evento 2 del Ciclo II del docente 3 en la escuela 3 y 4**

En este caso, el participante denominado, en lo subsecuente como, *docente 3*, es un docente de 27 años, de sexo masculino, con nivel académico de licenciatura en Mecatrónica, con tres años de experiencia frente a grupo en una escuela secundaria técnica en la ciudad de Puebla, México. Decidió cambiar su dinámica en el aula, como resultado del taller impartido por el investigador. Este cambio lo aplicó en el tercer trimestre del periodo escolar 2018-2019 a dos grupos de tercer grado de dos escuelas diferentes, identificadas en este documento como *escuela 3* y *escuela 4*. En ambos casos, la intervención se realizó en la materia extracurricular *Club de Tecnología*. La actividad de la Cultura Maker consistió en la construcción de un robot con Arduino, de modo análogo al proyecto que desarrolló en el taller de capacitación.

Decidido a plantear su propuesta de actividades en el aula, el docente realizó la gestión académica y de recursos en sus centros de trabajo. Para dicha propuesta también consideró usar herramientas como: caudín para soldar componentes electrónicos, desarmadores y pinzas para armar circuitos, taladro para realizar orificios necesarios para el montaje de componentes, entre otros.

En ambas escuelas se aprobó la propuesta planteada por el profesor, tanto por la dirección como por los padres de familia. Sin embargo, no contó con el apoyo económico para la compra de los materiales, en ambas escuelas. La situación se resolvió mediante un acuerdo con el investigador, quien los facilitó en calidad de préstamo.

Las actividades en el aula se desarrollaron en equipos de dos alumnos, organizados por ellos mismos. Las áreas de trabajo fueron talleres, en la escuela 3 el taller de electricidad y en la escuela 4 el taller de electrónica; en ambos talleres se contó con mesas de trabajo y bancos.

Los registros y resultados de este tercer profesor se muestran en Capítulo de Resultados y discusión. Note que estos dos últimos profesores están considerados dentro del segundo evento.

#### **4.5. Recolección de información**

De acuerdo con Colmenares y Piñero (2008), el diseño de la investigación-acción trata de un proceso sistematizado basado en la recopilación y análisis de evidencias resultantes de la experiencia vivida por los participantes. Enfatiza la importancia de que las técnicas empleadas respondan a un proceso planificado e intencionado de las acciones a seguir, desde el punto de vista investigativo y la perspectiva formativa de quienes participan. Se considera que toda información sea gradualmente sistematizada y analizada. Debe permitir, según las fases, valorar las acciones que se implementaron y que los cambios alcanzados por los participantes les permitan tomar decisiones respecto a posibles ajustes o reconsideraciones de su acción.

Valles (1999) menciona una serie de técnicas cualitativas de investigación social adecuadas para trabajar con docentes, basadas en la *observación* y la *conversación*. La primera refiere al uso particular en la investigación-acción en su modalidad participativa. De la segunda, plantea dos aspectos a considerarse: *la entrevista a profundidad*, de la cual enfatiza estratificar el acercamiento con los participantes en diferentes momentos para la adecuada recolección de la información, y la *metodología biográfica*, que plantea la recopilación de relatos de vida, los cuales, según Vasilachis (2006) son un momento histórico y particular del docente, que generó una experiencia provocada por su acción para el cambio.

Cornejo (2006) plantea la metodología mencionada como un enfoque biográfico, porque realiza una secuencia de actividades que permiten al investigador proveer de experimentación al docente, y así hacer surgir de la experiencia vivida elementos significativos para esta investigación. De esta manera se concibe al docente como el actor y el productor de toda su experiencia. También reconoce que el docente sabe más y mejor sobre su propia vida. Esto favorece el trabajo de investigación de tipo inductivo y exploratorio y permite reconocer desde el individuo un significado en lo social.

Además, Dorio et al. (2009) identifican valioso el empleo de esta metodología para la investigación, al considerarse un método de investigación cualitativa orientado a comprender. De esta manera, los datos resultados de este enfoque proveerán de valor al tratarse del propio sujeto el actor y productor de la información.

#### ***4.5.1. Técnicas e instrumentos***

En Tabla 13 y Tabla 14 se muestran los instrumentos empleados en *Ciclo I* y *Ciclo II* del trabajo de campo, respectivamente. En dichas Tablas se indica la *técnica, instrumento, sujeto informante, el momento de aplicación y medios* con los que se recolectaron los datos. Para ambos momentos de recolección de datos de esta investigación se tuvo la aplicación de técnicas de *observación participante y entrevista a profundidad*, sugeridas en Valles (1999), Vasilachis (2006), Cornejo (2006) y Dorio et al. (2009).

**Tabla 13.** *Técnicas de recolección de datos aplicadas Ciclo I.*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Sujeto</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Medio</b>
Observación participante	Bitácora	Investigador	Durante	Notas de campo, grabación de audio y fotos
Encuesta	Cuestionario	Docente	Al inicio, durante y al final	Formulario Google
Entrevista en profundidad	Entrevista abierta	Docente	Al final	Grabación de audio

**Tabla 14.** *Técnicas de recolección de información aplicadas Ciclo II.*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Sujeto</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Medio</b>
Observación participante	Bitácora	Investigador	Durante	Notas de campo, grabación de audio y fotos
Observación participante	Bitácora	Alumnos	Durante	Registro anecdótico
Observación participante	Bitácora	Docente	Durante	Registro anecdótico
Entrevista en profundidad	Entrevista abierta	Docente	Al final	Grabación de audio

Aunque parecieran ser lo mismo las tablas mostradas son diferentes. En la Tabla 13 que refiere al *Ciclo I* se emplean tres diferentes técnicas y en la Tabla 14 que refiere al *Ciclo II* sólo que se usan dos de esas técnicas; sin embargo, se hace énfasis que se aplican en tres diferentes participantes.

Para el Ciclo I, específicamente en la fase de *implementación de la capacitación de los docentes*, se planteó el empleo de tres diferentes técnicas de recolección de los datos: *observación participante*, *encuesta* y *entrevista a profundidad*, como instrumentos se utilizaron; *bitácora*, *cuestionario* y *entrevista abierta*, respectivamente.

La bitácora fue desarrollada por el investigador y para su realización se tomaron notas de campo, grabaciones de audio y fotografías.

Por otro lado, se aplicó a los docentes una serie de seis cuestionarios con preguntas abiertas por medio de formularios de Google; uno al inicio, cuatro durante y, uno al final del taller de capacitación (ver Apéndice G). Dichos elementos fueron el primer contacto de exploración con los docentes, con la intención de conocer su experiencia durante el taller.

Por último, una vez que concluyó el taller, se aplicó, de manera individual, una entrevista abierta (ver Apéndice H) a los docentes; está, se realizó en la sala de justas del DSAE de la BUAP, previa cita. Se realizaron grabaciones de audio y video, previa autorización verbal del participante.

Para el *Ciclo II*, en la fase de *implementación de la acción del docente*, se usaron dos técnicas para la recolección de los datos: *observación participante* y *entrevista a profundidad*, con los instrumentos *bitácora* y *entrevista abierta*, respectivamente. Se hace notar la aplicación de la bitácora, porque se desarrolló una por cada sujeto implicado en la acción en el aula: el investigador, el docente y los alumnos. El investigador realizó notas de campo y grabaciones de audio; los alumnos, a su vez, desarrollaron un registro anecdótico. La entrevista abierta se realizó por medio de grabación de audio, en las instalaciones de la BUAP, después de terminar las actividades en el aula, previa cita acordada con el docente y, autorizada verbalmente por el entrevistado. Los ítems de la entrevista se muestran en Apéndice I.

La recolección de información, de esta investigación, para el *Ciclo I* y *Ciclo II*, se utilizaron las técnicas de *observación participante* y *entrevista a profundidad*, sugeridas en Valles (1999), Vasilachis (2006), Cornejo (2006) y Dorio et al. (2009).

#### **4.6. Análisis de los datos**

Se entiende al análisis de datos como todas las operaciones destinadas a procesar las unidades de información (Canales, 2006). Para esta investigación, estas operaciones se orientaron

a la reducción de la información mediante la codificación e identificación de los elementos concurrentes y con base en procesos de triangulación.

Para llevar a cabo este análisis, la información obtenida de los instrumentos, aplicados en esta investigación, se transcribió de grabaciones de audio y textos escritos en un procesador de textos. Esto permitió trabajar la información de entrada en un sólo formato, en el software de análisis de datos cualitativos asistido por computadora MAXQDA (2018).

Se llevaron a cabo dos eventos y en cada uno de ellos, se desarrollaron dos ciclos (ver Figura 7). Para cada *Ciclo I*, se organizaron tres grupos de documentos, correspondientes a los tres tipos de instrumentos que se aplicaron respectivamente: *bitácora del investigador*, *cuestionarios de opinión* a los docentes y *entrevistas abiertas* a los docentes. Respecto a cada *Ciclo II*, se organizaron cuatro grupos de documentos, correspondientes a los dos tipos de instrumentos aplicados: *bitácora* y *entrevista abierta*. Estos grupos de instrumentos fueron aplicados a los tres sujetos participantes y la entrevista abierta a los docentes, como se describió en Tabla 14.

#### **4.6.1. Codificación**

La acción de codificar la información consistió en establecer unidades de significado, de acuerdo con Massot et al. (2009). Estas unidades se identifican en la codificación como categorías. Por consiguiente, el proceso de categorización se realizó dando lectura a los documentos, uno a uno, con el fin de encontrar situaciones particulares en los relatos para generar dichas unidades de significado.

Con lo anterior y de acuerdo con Fernández (2006) y Massot et al. (2009), se apoya la idea de encontrar significados y se identifica la codificación de forma inductiva para esta investigación. No se contaba con codificación previa a la recolección de los datos, sin embargo, de esos datos surge la información que dará pauta a la generación de los códigos que lo representen.

La codificación se realizó con la estructura empleada en el método de teoría fundamentada, método de investigación cualitativa considerado en Dorio et al. (2009) por orientarse a comprender el fenómeno; esto sucede al establecer una estructura para la reducción de la información en función de tres niveles de codificación: abierta, axial y selectiva. Estos niveles se desarrollan desde lo sucedido en el campo hasta la descripción en términos de conceptos. Visto desde la perspectiva del investigador, servirá para identificar las teorías contempladas en esta investigación dentro de estos códigos.

En síntesis, la codificación consistió en identificar expresiones que revelaron situaciones en particular, algún relato específico o descripción de lo sucedido.

La codificación selectiva se realizó de la siguiente manera: las expresiones registradas se seleccionaron y se agruparon para crear conjuntos de expresiones, donde cada conjunto representó un argumento particular emergente.

La codificación abierta se realizó de la siguiente manera: se analizaron estos argumentos con el fin de lograr sentido para después contextualizarlos en un concepto. Se detectó así el concepto al que refiere dicho conjunto de expresiones.

Después se realizó la codificación axial de la siguiente manera: cada uno de los grupos de expresiones comúnmente solo trata alguna parte del concepto que se visualiza, por lo cual fue necesario ubicar cada uno de estos grupos en el caso adecuado o elemento particular argumentado en el concepto.

En resumen, al contar con esta categorización donde se tuvo cómo suceden las cosas, el concepto emergente y los elementos del concepto, se formó la codificación, descrita por estas tres partes: codificación selectiva, codificación abierta y codificación axial respectivamente (Strauss y Corbin, 2002).



Una vez desarrollada la primera etapa de reducción de la información con la codificación de los datos, los resultados se someten a una segunda etapa bajo un proceso de triangulación en diversas modalidades.

#### ***4.6.2. Triangulación***

En Hidalgo (2005) se indica que la triangulación se emplea para proteger del sesgo del investigador, confrontando los relatos de los diferentes informantes involucrados en la investigación. Al comparar las diversas apreciaciones de los participantes se podrá observar dónde coinciden y lograr solidez en determinados códigos. Para Aguilar y Barroso (2015) la triangulación tiene sentido al desarrollar su aplicación y combinación de varias metodologías en un estudio.

Para esta investigación, se generó la matriz de datos en el programa MAXQDA (2018). En esta se describe el resultado de la codificación en términos de la codificación abierta, axial y selectiva de la metodología de Teoría Fundamentada descrita en Strauss y Corbin (2002). En ella, las categorías se presentan en cada uno de los renglones de la matriz, y en las columnas su origen con los grupos de documentos analizados; en su intersección se presenta la cantidad de argumentos identificados para cada categoría.

De acuerdo con Hidalgo (2005) y Aguilar y Barroso (2015), la triangulación se realiza de la siguiente manera: las categorías que se presentan en los renglones de la matriz generan una triangulación válida solo si existen dos o más intersecciones con valores distintos de cero con sus columnas. Con esta acción se obtiene una mayor solidez en la validez del argumento. Para este proceso de triangulación se exportó la matriz de datos de MAXQDA (2018) a formato Excel de Microsoft, donde se crearon celdas con expresiones booleanas con el criterio antes mencionado para obtener las categorías con triangulación válida. Este uso particular de Excel para apoyar la

triangulación no se ha visto reflejado en la literatura consultada y se definió a partir de un vacío en MAXQDA (2018) de dicha herramienta.

Referente a lo anterior y de acuerdo con Cohen y Manion (2002), se consideró la aplicación de la triangulación de métodos y de sujetos. El primer tipo de triangulación se aplicó en el *Ciclo I*, y para ello se usaron diversos instrumentos o métodos descritos en el apartado de técnicas e instrumentos de la recolección de datos (ver Tabla 13) y el segundo tipo de triangulación en el *Ciclo II*, aplicada a los diferentes sujetos involucrados en el estudio (ver Tabla 14).

El empleo de diferentes tipologías de triangulación en el estudio se conoce como triangulación múltiple (Aguilar y Barroso, 2015). En el *Ciclo I*, permitió validar, en conjunto con el investigador, el punto de vista del docente, el sujeto de estudio, con diferentes instrumentos en diferentes momentos. En el *Ciclo II*, validar con el investigador y los diferentes puntos de vista de los informantes involucrados, el docente y los alumnos.

La triangulación empleada en esta investigación para ambos ciclos es considerada como triangulación metodológica, debido a que se aplicaron diversos instrumentos en cada uno de ellos. De manera específica, se tiene una *triangulación entre los métodos*, por emplearse varios métodos o instrumentos en un objeto de investigación (Cohen y Manion, 2002).

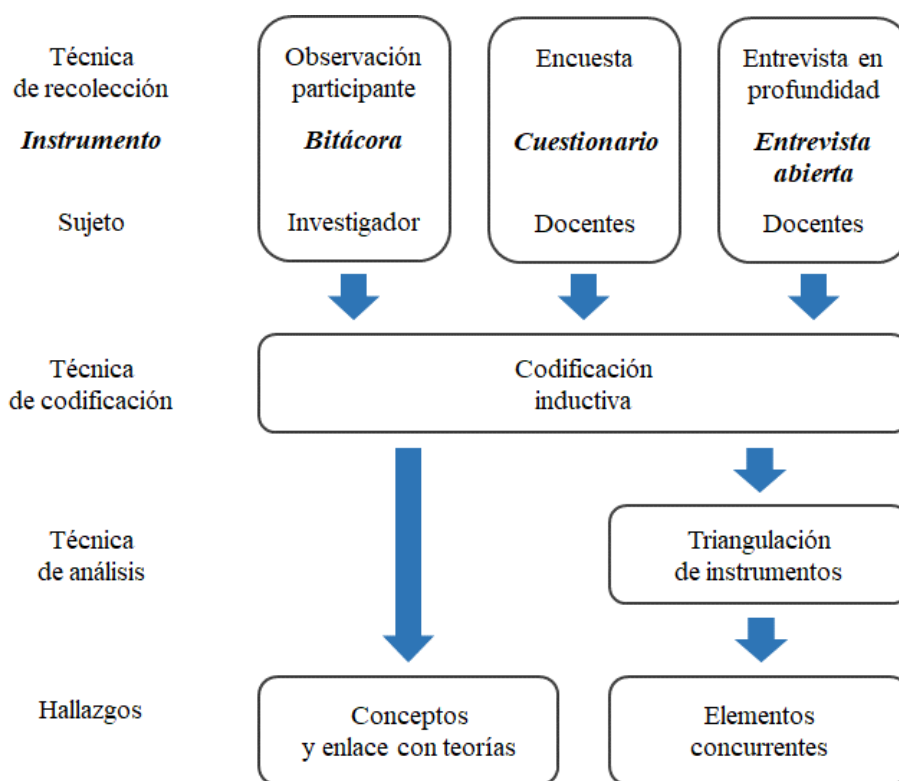
En el diseño del trabajo de campo se consideró realizar dos eventos (ver Figura 7), lo que según Cohen y Manion (2002) permite repetir la aplicación de los mismos métodos en un segundo evento. Esta situación se identifica también como triangulación metodológica, en su versión particular de *triangulación dentro de los métodos*. Con esto se proporciona una solidez aún mayor en los resultados, al identificarse los elementos que coinciden para ambos eventos.

### 4.6.3. Esquema de análisis de los datos

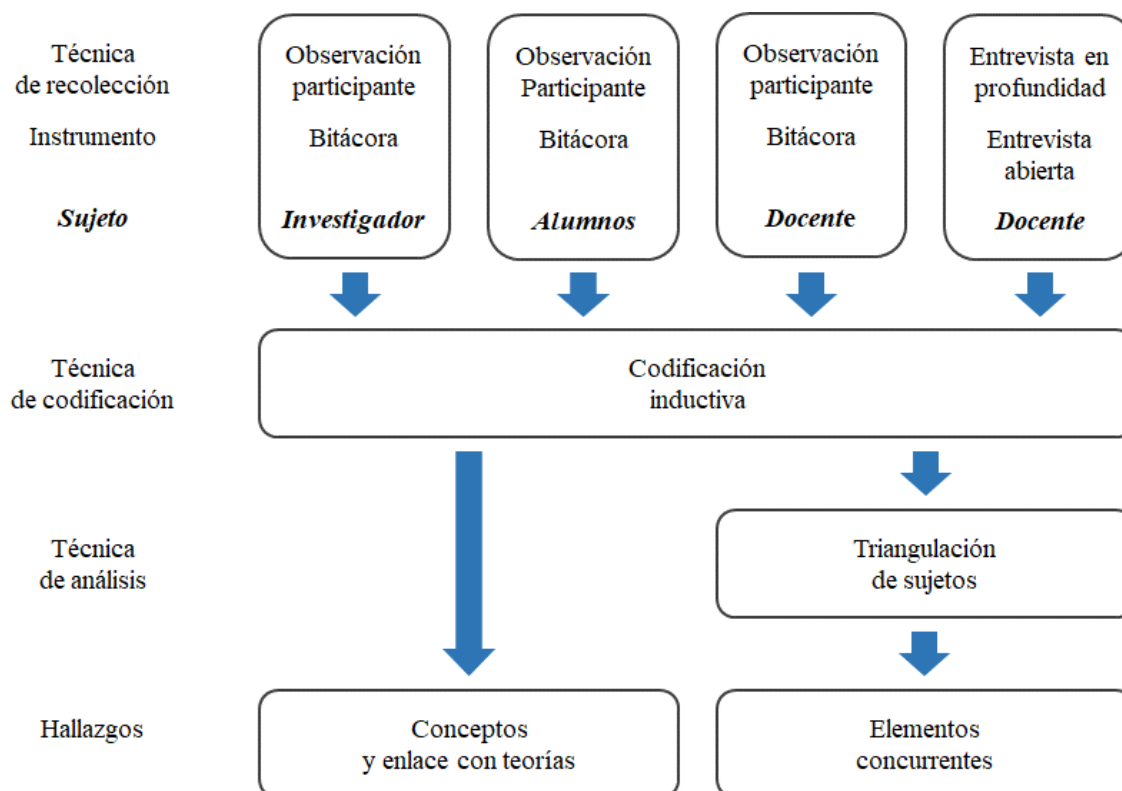
En este apartado se muestra el esquema del análisis de los datos, tanto para el *Ciclo I* como para el *Ciclo II* (ver Figura 9 y Figura 10).

En la Figura 9 se presentan como antecedente, en el primer renglón, a las técnicas de recolección de datos. A continuación, se aplicó la técnica de codificación, seguida de la técnica de análisis para llegar a los hallazgos en función de los *conceptos* que describen el estudio, el *enlace con teorías* y los *elementos concurrentes* que se encuentran entre los instrumentos y entre los sujetos, de acuerdo con el ciclo analizado. En la Figura 10 se tiene la misma estructura, pero se enfatiza la aplicación sobre diferentes sujetos.

**Figura 9.** Esquema de análisis de los datos de Ciclo I.



**Figura 10.** Esquema de análisis de los datos Ciclo II.



En la Figura 9 se presentan como antecedente, en el primer renglón, a las técnicas de recolección de datos. A continuación, se aplicó la técnica de codificación, seguida de la técnica de análisis para llegar a los hallazgos en función de los *conceptos* que describen el estudio, el *enlace con teorías* y los *elementos concurrentes* que se encuentran entre los instrumentos y entre los sujetos, de acuerdo con el ciclo analizado. En la Figura 10 se tiene la misma estructura, pero se enfatiza la aplicación sobre diferentes sujetos.

En la triangulación de instrumentos del *Ciclo I*, se buscó evidenciar que existe una triangulación válida. Para ello, se formó una *expresión booleana*, que se define con los siguientes elementos:

Tc1 = Resultado de la triangulación. Su valor es verdadero o falso.

A = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del investigador. Su valor es verdadero o falso.

B = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, de los documentos de los cuestionarios a los docentes. Su valor es verdadero o falso.

C = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, de los documentos de las entrevistas abiertas a los docentes. Su valor es verdadero o falso.

A continuación, se observa la *tabla de verdad* para la triangulación de la codificación del *Ciclo I*, que representa la búsqueda para identificar que al menos dos elementos validan Tc1 como *Verdadero* (Tabla 15). Note que en esta tabla de verdad se usa 1 para representar el valor *Verdadero* y 0 para representar el valor *Falso*.

**Tabla 15.** *Tabla de verdad para la triangulación de instrumentos Ciclo I.*

Entradas			Salida
A	B	C	Tc1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

A partir de esta tabla de verdad se genera la siguiente expresión booleana:

$$Tc1 = B \cdot C + A \cdot C + A \cdot B$$

que aplicamos en Excel como:

$$=O((Y(DOC\_E,DOC)), (O((Y(INV,DOC\_E)), (Y(INV,DOC))))))$$

Donde:

INV = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del investigador. Si  $INV > 0$ , entonces INV = verdadero. Si no, es falso.

DOC = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, de los cuestionarios a docentes. Si  $DOC > 0$ , entonces DOC = verdadero. Si no, es falso.

DOC\_E = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, de las entrevistas a los docentes. Si  $DOC\_E > 0$ , entonces DOC\_E = verdadero. Si no, es falso.

A continuamos, iniciamos con el esquema de la Figura 10 que muestra la estructura del análisis de los datos del *Ciclo II*, como lo indicamos al inicio de esta sección.

Para la triangulación de sujetos planteada en el *Ciclo II* se consideran los cuatro instrumentos que se aplican para obtener evidencia de argumentos para definir una triangulación válida. Siguiendo un proceso similar al apenas descrito se obtiene una nueva expresión booleana partiendo de los elementos:

Tc2 = Resultado de la triangulación. Su valor es verdadero o falso.

D = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento entrevista abierta al docente. Su valor es verdadero o falso.

E = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del investigador. Su valor es verdadero o falso.

F = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora de alumnos. Su valor es verdadero o falso.

G = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del docente. Su valor es verdadero o falso.

En la tabla de verdad que se presenta a continuación (Tabla 16), se muestra la búsqueda de al menos dos de los sujetos para validar Tc2 como verdadero. Se toma en cuenta que D y G son diferentes instrumentos, pero que la información proviene del mismo sujeto.

De lo anterior se obtiene la siguiente expresión booleana:

$$Tc2 = E \cdot F + F \cdot G + E \cdot G + D \cdot F + D \cdot E$$

que aplicamos en Excel como:

$$=O((Y(DOC\_E,ALUM)),(O((Y(DOC\_E,INV)),(O((Y(ALUM,DOC)),(O((Y(INV,ALUM)),(Y(INV,DOC))))))))))$$

Donde:

DOC\_E = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento entrevista abierta al docente. Si DOC\_E>0, entonces DOC\_E = verdadero. Si no, es falso.

INV = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del investigador. Si INV>0, entonces INV = verdadero. Si no, es falso.

ALUM = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora de alumnos. Si ALUM>0, entonces ALUM = verdadero. Si no, es falso.

DOC = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del docente. Si DOC>0, entonces DOC = verdadero. Si no, es falso.

**Tabla 16.** *Tabla de verdad para la triangulación de sujetos Ciclo II.*

Entradas				Salida
D	E	F	G	Tc2
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

De lo anterior se obtiene la siguiente expresión booleana:

$$Tc2 = E \cdot F + F \cdot G + E \cdot G + D \cdot F + D \cdot E$$

que aplicamos en Excel como:

$$=O((Y(DOC\_E,ALUM)),(O((Y(DOC\_E,INV)),(O((Y(ALUM,DOC)),(O((Y(INV,ALUM)),(Y(INV,DOC))))))))))$$

Donde:

DOC\_E = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento entrevista abierta al docente. Si DOC\_E>0, entonces DOC\_E = verdadero. Si no, es falso.



INV = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del investigador. Si  $INV > 0$ , entonces INV = verdadero. Si no, es falso.

ALUM = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora de alumnos. Si  $ALUM > 0$ , entonces ALUM = verdadero. Si no, es falso.

DOC = Representa la existencia de expresiones de cada categoría, del documento bitácora del docente. Si  $DOC > 0$ , entonces DOC = verdadero. Si no, es falso.

El resultado de aplicar estas expresiones en la matriz de códigos nos dio como producto las matrices que están representadas en las Tablas 19, 20, 21, 22, 23 y 24 que se encuentran en el Capítulo 5 de Resultados y discusión.

#### **4.7. Rigor científico**

En Dorio et al. (2009) se precisa la valoración de la investigación cualitativa en términos de *credibilidad*, *transferibilidad*, *dependencia* y *confirmabilidad*, a partir del uso de diversas técnicas para asegurar el rigor científico, tales como:

- *Credibilidad*. Consiste en establecer argumentos para justificar que los resultados se ajustan a la realidad. En esta investigación se identificaron con la aplicación de las técnicas de observación, triangulación, recolección de material referencial y comprobación con los participantes.
- *Transferibilidad*. Se refiere a la posibilidad de que los resultados proporcionen conocimiento previo para aplicarlos en otros contextos con características similares. Se identificó por el proceso de recolección abundante de información y análisis inductivo de los datos codificados a través del método de teoría fundamentada, como reportamos en este trabajo.

- *Dependencia.* Este criterio se sustenta en la consistencia de los datos a través del tiempo. Para lograrlo, se identifican, con el estatus y rol del investigador, descripciones detalladas de los informantes, descripción de las técnicas de recolección de datos, delimitación del contexto físico, social e interpersonal. Además, se informa su réplica paso a paso y el empleo de métodos solapados, donde se usaron diversos criterios como la aplicación de instrumentos con diferentes sujetos o diferentes instrumentos a un mismo sujeto. Para esta investigación se verificó este criterio con los registros realizados que se reportan en el Capítulo de Resultados y discusión.
- *Confirmabilidad.* Criterio orientado a la objetividad y neutralidad de la investigación. En gran medida, se trata de obtener la retroalimentación de los participantes, para la cual se identificó la confirmación de los participantes de lo registrado, la triangulación y el posicionamiento del investigador que, en este sentido, se apegó a realizar códigos de forma descriptiva. En las fases de reflexión de ambos ciclos se tuvo retroalimentación, la triangulación se aborda más abajo y el posicionamiento se plantea en la sección de consideraciones éticas.

Otro aspecto del rigor científico de la investigación es la validez. De acuerdo con Vallejo (2015) y Hammersley citado por Dorio et al. (2009), tiene el papel central en la investigación cualitativa, este último la refiere como la correspondencia entre las afirmaciones que se formulan y los hallazgos que se presentan. El argumento se complementa en Vallejo (2015) que indica que la validez depende de los recursos, técnicas y metodologías empleados para obtener y procesar los datos recabados en contextos reales; los cuales se analizan, comparan, evalúan y se retroalimentan de forma permanente. Se considera de suma importancia la identificación del método propicio para abordar el objeto de estudio.

#### **4.7.1. Validez de elaboración o constructo**

Atendiendo cada uno de los puntos, mencionados en la sección anterior, se identificó la validez de elaboración o de constructo. De acuerdo con Gil (2011), una vez identificado el método para la investigación, se requiere realizar la acumulación progresiva de información, la cual proporcionará cada vez más una mayor consistencia a la construcción inicial, o desechará el planteamiento presentado.

#### **4.7.2. Validez del informante**

De acuerdo con Cohen y Manion (2002), para lograr la validez respecto a los datos recolectados, se debe informar los hallazgos de la investigación o proceso particular, según sea el caso, a los sujetos participantes en la investigación. Para esta investigación, se preparó un informe y se dio a conocer a cada uno de los docentes participantes. Mediante este ejercicio, además de obtener la confirmación de los participantes, se obtuvo la reflexión de la acción del docente, que es la tercera fase de la acción del docente en el *Ciclo II* del trabajo de campo (ver Figura 7).

#### **4.7.3. Validez por triangulación**

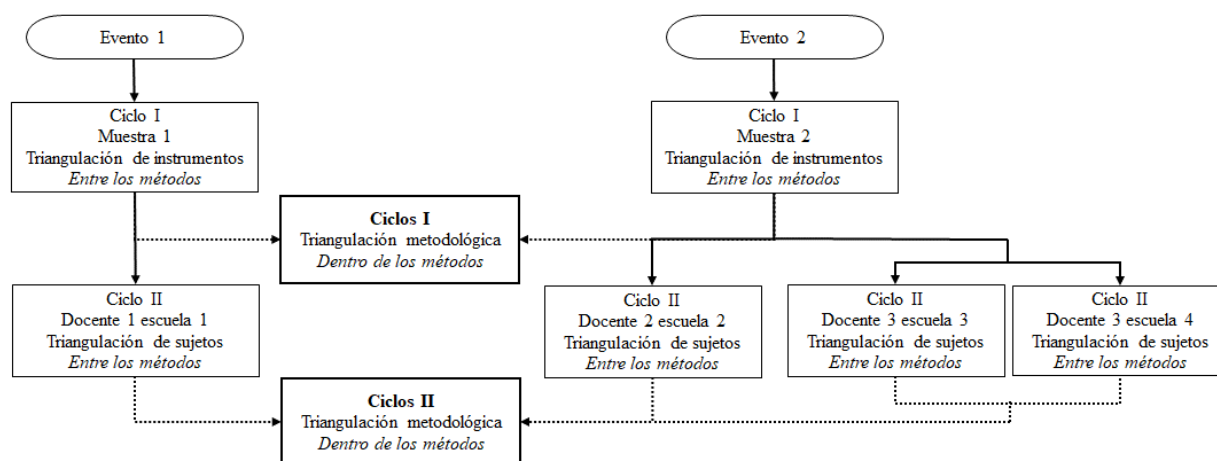
Dorio et al. (2009) sugiere aplicar la técnica de triangulación para el logro del rigor científico de la investigación cualitativa en términos de *credibilidad* y *confirmabilidad*. La primera para que los hallazgos se ajusten a la realidad y la segunda para lograr su objetividad y neutralidad. Aguilar y Barroso (2015) agregan que la aplicación de la triangulación permite obtener un mayor control de calidad en el proceso de investigación y garantía de la validez.

También en Cohen y Manion (2002) se menciona de manera puntual que la complejidad lograda en la *triangulación multimétodos* otorga validez a los resultados; y con la *triangulación*

*dentro de los métodos*, que refiere la repetición del estudio, se comprueba la fiabilidad y se confirma la teoría. En la *triangulación entre métodos*, que comprende el empleo de más de un método bajo en un mismo objeto de estudio, logra la comprobación de la validez al converger argumentos independientes orientados a un mismo objetivo.

Atendiendo los aspectos antes mencionados, se obtuvo el rigor científico de esta investigación. La validez de constructo se obtuvo por seguir un método predefinido (ver Figura 6), la validez de informante se obtuvo por la retroalimentación del docente. Las técnicas de triangulación aplicadas en este trabajo pueden visualizarse en la Figura 11.

**Figura 11.** Estructura del proceso de triangulación.



#### 4.8. Consideraciones éticas

En el proceso de esta investigación se cuidó actuar de manera ética y profesional bajo dos criterios fundamentales respecto a los participantes y al investigador (Sabariego y Bisquerra, 2009):

- *Respecto a los participantes de la investigación.* Se tuvo el cuidado de solicitar la participación voluntaria e informar sobre los fines del proyecto de investigación. Con

las autoridades de cada escuela se llegaron a acuerdos por escrito, donde se explicó el rol del investigador en el plan de acción del docente. Respecto a los alumnos menores de edad se hicieron reuniones con los padres de familia donde se explicó el proyecto y la intervención en el aula, además de incluir el *consentimiento informado* de los padres. Los acuerdos y el formato del consentimiento informado se muestran en Apéndice J.

- *Respecto al investigador*. Estas consideraciones refieren al desarrollo del trabajo, donde el investigador expresa actuar éticamente: no plagia, no miente y no destruye información. Respecto a la divulgación de los resultados, el investigador expresa: ser responsable, veraz, e informar antes a los docentes participantes.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1. Documentos

Como resultado del trabajo de campo, establecido en el Capítulo 4 (ver Figura 7), se obtuvo una serie de *documentos* derivados de la recolección de los datos; dichos documentos y su origen, se presentan en la Tabla 17. El listado de documentos se encuentra disponible en el Apéndice K.

**Tabla 17.** *Procedencia de los documentos.*

Evento	Ciclo	Instrumento	Sujeto	Escuela donde ocurre	Número de documentos	
1	I	Bitácora	Investigador	BUAP	1	
		Cuestionario	Docentes	BUAP	6	
		Entrevista abierta	Docentes	BUAP	5	
	II	Bitácora	Investigador	1	1	
		Bitácora	Alumnos	1	1	
		Bitácora	Docente 1	1	1	
		Entrevista abierta	Docente 1	1	1	
	2	I	Bitácora	Investigador	BUAP	1
			Cuestionario	Docentes	BUAP	6
			Entrevista abierta	Docentes	BUAP	5
		II	Bitácora	Investigador	2	1
			Bitácora	Alumnos	2	1
Bitácora			Docente 2	2	1	
Entrevista abierta			Docente 2	2	1	
Bitácora			Investigador	3	1	
Bitácora			Alumnos	3	1	
Bitácora			Docente 3	3	1	
Entrevista abierta			Docente 3	3	1	
Bitácora			Investigador	4	1	
Bitácora			Alumnos	4	1	
Bitácora			Docente 3	4	1	
Entrevista abierta			Docente 3	4	1	
Suma					40	

## 5.2. Conceptos

Los documentos se importaron a MAXQDA (2018) y se codificaron a partir de la creación de categorías, bajo los criterios de la teoría fundamentada propuesta en Strauss y Corbin (2002). En esta etapa se llevó a cabo la *codificación abierta, axial y selectiva*, descritas en el Capítulo 4. El resultado fue un total de ciento cincuenta y nueve categorías, las cuales se listan en Apéndice K.

Siguiendo el proceso de análisis de datos, presentado en el Capítulo 4, se identificaron diecisiete conceptos en el nivel de codificación abierta; lo anterior, a partir de mil siete expresiones, mismas que dieron lugar a la identificación de los siguientes conceptos: *actitud, Andragogía, apropiación de la Cultura Maker, clima organizacional, computación, control de grupo, cualidades humanas, emociones, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, sinergia multidisciplinaria, tutoría entre pares y visión*. Estos conceptos se muestran en Tabla 18, y se definen a partir del análisis de los datos.

El listado de las categorías, resultado del trabajo de campo, se muestra en Apéndice L.

**Tabla 18.** *Definición de conceptos de la codificación abierta.*

Número	Concepto	Definición
1	Actitud	“Disposición de ánimo manifestada de algún modo” (RAE, 2018)
2	Andragogía	“El arte de enseñar a los adultos a aprender” (Fasce, 2006)
3	Apropiar	“Acomodar o aplicar con propiedad las circunstancias o moralidad de un suceso al caso de que se trata” (RAE, 2018)
4	Clima organizacional	<i>Clima</i> “Ambiente”, <i>Organizacional</i> “organizativo” (RAE, 2018)
5	Computación	“Conjunto de conocimientos científicos y de técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras. La informática combina los aspectos teóricos y prácticos de la ingeniería, electrónica, teoría de la información, matemática, lógica y comportamiento humano. Los aspectos de la informática cubren desde la programación y la arquitectura informática hasta la inteligencia artificial y la robótica” (ECURED, 2020)

Número	Concepto	Definición
6	Control del aula	<i>Control</i> “Regulación, manual o automática, sobre un sistema”, <i>Aula</i> “Sala donde se dan las clases en los centros docentes” (RAE, 2018)
7	Cualidad	“Elemento o carácter distintivo de la naturaleza de alguien o algo” (RAE, 2018)
8	Emoción	“Alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática” (RAE, 2018)
9	Interacción social	<i>Interacción</i> “Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, personas, agentes, fuerzas, funciones, etc.”, <i>Social</i> “Perteneiente o relativo a la sociedad” (RAE, 2018)
10	Motivación	“Conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona” (RAE, 2018)
11	Práctica docente	“Se concibe como el conjunto de situaciones dentro del aula, que configuran el que hacer del profesor y de los alumnos, en función de determinados objetivos de formación circunscritos al conjunto de actuaciones que inciden directamente sobre el aprendizaje de los alumnos” (García-Cabrero et al., 2008)
12	Recurso tecnológico	<i>Recurso</i> “Medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende”, <i>Tecnológico</i> “Perteneiente o relativo a la tecnología” (RAE, 2018)
13	Sentimiento	“Estado afectivo del ánimo” (RAE, 2018)
14	Serendipia	“Hallazgo valioso que se produce de manera accidental o casual” (RAE, 2018)
15	Sinergia Multidisciplinaria	<i>Sinergia</i> “Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales”, <i>Multidisciplinaria</i> “Que abarca o afecta a varias disciplinas” (RAE, 2018)
16	Tutoría entre pares	“Es una modalidad educativa que consiste en el apoyo mutuo entre compañeros que comparten un mismo nivel educativo, está basada en la propuesta de aprendizaje cooperativo para la construcción de conocimiento colectivo entre estudiantes, y busca incidir en el aprovechamiento escolar de sus compañeros...” (SEP, 2014)
17	Visión intelectual	“Conocimiento claro e inmediato sin raciocinio” (RAE, 2018)

En estas dos secciones se presentó una visión general de los resultados en relación con los conceptos del estudio, a partir de la codificación.

Ahora vamos a detallar los resultados enfocándonos a los sujetos participantes.



### 5.3. Resultados respecto al docente 1

En esta sección mostramos los resultados de la aplicación de los instrumentos del *evento 1*, con los *Ciclos I y II del docente 1*.

Para el *Ciclo I*, se seleccionaron solo los documentos relacionados con este evento (ver Apéndice K), mismos que fueron procesados en MAXQDA (2018) para generar la matriz de códigos correspondiente a: 1) la codificación de la bitácora del investigador, 2) seis cuestionarios a docentes y, 3) cinco entrevistas abiertas a docentes. Las entrevistas se realizaron a profesores que aceptaron participar y que terminaron la capacitación (ver Tabla 17).

Del proceso de codificación se identificaron nueve conceptos: *actitud, Andragogía, computación, cualidades humanas, motivación, práctica docente, sentimientos, tutoría entre pares y visión*, de un total de noventa expresiones. La suma de las expresiones se formó a partir de las expresiones extraídas de los registros de los diferentes documentos: trece de la bitácora, cincuenta y siete de los cuestionarios, y veinte obtenidas de las entrevistas abiertas, la descripción se encuentra en el Apéndice M.

A partir de la anterior codificación se realiza la triangulación de instrumentos para *Ciclo I del evento 1* reduciendo la codificación a cinco conceptos: *actitud, Andragogía, práctica docente, tutoría entre pares y visión*, de un total de cuarenta y cuatro expresiones: 5 obtenidas de bitácora, 31 de cuestionarios y 8 de entrevistas abiertas. Las cantidades de expresiones para cada categoría, resultado de la triangulación de instrumentos, se presenta en Tabla 19.

**Tabla 19.** Codificación de la triangulación Ciclo I evento 1.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de instrumentos del Ciclo I			Suma
	Bitácora del investigador	Cuestionario a docentes	Entrevista abierta a docentes	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes	2	7	0	9
Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata	0	1	1	2
Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente	1	2	2	5
Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación	0	12	4	16
Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia	2	4	0	6
Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas	0	5	1	6
Suma	5	31	8	44

*Nota:* sobresalen dos categorías, la primera resaltada en color naranja porque su resultado es originado por la concurrencia de los tres instrumentos, y la segunda resaltada en color azul por ser la categoría con mayor número de expresiones en la triangulación.

En cuanto a la fase de reflexión de la capacitación de docentes, se obtuvo la siguiente información:

- Recomendaron que el próximo taller de capacitación se realice al inicio del periodo escolar, para que los docentes que se interesen en el proyecto tengan el tiempo necesario para proponer, planear e implementar los cambios para su intervención en el aula.
- Se visualizó el cambio de la disposición del área de trabajo, asignando un área de presentación de diapositivas y otra de trabajo. Esta último, organizada en islas de trabajo para lograr visibilidad entre los docentes. Este planteamiento obedece a que aun por contarse con solo un área para el taller, los participantes mueven sillas y se agrupan en equipos de dos o tres docentes.

- Se necesitó un *protoboard* más grande. Se sugiere uno de 400 puntos con disposición de líneas de alimentación. Anteriormente se utilizó un *protoboard* de 200 puntos, el cual no ofrecía comodidad para hacer conexiones, por estar justo para las necesidades; tal situación no permitió una manipulación ágil y práctica.
- Se recomendó contar para subsecuente taller de capacitación, la participación de profesores quienes desarrollen su acción en el aula, compartiendo su experiencia a los nuevos participantes.

Lo anterior sirvió para realizar las adecuaciones necesarias que se verán reflejadas en el evento 2.

Ahora continuamos en el *Ciclo II del evento 1*, el cual se centra en la docente 1.

Se desarrolló el análisis cualitativo de los datos con la ayuda del programa MAXQDA (2018), solo con los documentos de *Ciclo II*, acción del docente 1, con la información de la bitácora del investigador, bitácora del docente, bitácora de los alumnos y la entrevista abierta al docente que ingresaron al proceso. El listado de documentos ingresados a MAXQDA (2018) se encuentra en Apéndice K.

Identificada la codificación de esta fase, en el *Ciclo II* del docente 1 se obtuvieron dieciséis conceptos: *actitud, apropiación de la Cultura Maker, clima organizacional, computación, control de grupo, cualidades humanas, emociones, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, sinergia multidisciplinaria, tutoría entre pares y visión*. En un total de cuatrocientos treinta y seis expresiones: 67 expresiones de bitácora del investigador, 51 de bitácora del docente, 256 de bitácora de los alumnos y 62 de la entrevista abierta al docente, los cuales se muestran en Apéndice N.

Aplicado el proceso de triangulación de sujetos del *Ciclo II del docente 1 del evento 1* se obtuvo una codificación reducida a doce conceptos: *actitud, clima organizacional, computación, control de grupo, cualidades humanas, emociones, interacción social, motivación, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia y tutoría entre pares*. De un total de ciento setenta y dos expresiones, obtenidas de la siguiente forma: 42 expresiones extraídas de la bitácora del investigador, 29 de la bitácora del docente, 96 de la bitácora de los alumnos y 5 de la entrevista abierta al docente. Las cantidades de expresiones para cada categoría, resultado de la triangulación de sujetos, se presenta en Tabla 20.

**Tabla 20.** Codificación de la triangulación Ciclo II docente 1 escuela 1 evento 1.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de sujetos del Ciclo II del docente 1 en la escuela 1				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	3	2	24	0	29
Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre alumnos	1	0	1	0	2
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Todos los miembros del equipo trabajan	1	1	0	0	2
Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes	4	0	9	0	13
Computación / Hardware / Al alumno se le facilita el ensamble y conexión de componentes	3	0	2	0	5
Computación / Software / El alumno muestra dificultades para programar	0	1	6	0	7
Control de grupo / Grupo numeroso / Cambio de actividad	2	1	0	0	3
Cualidades humanas / Atención / El alumno aplica el mínimo esfuerzo por la tarea	0	3	1	0	4
Cualidades humanas / Atención / El alumno no atiende la tarea	2	1	0	0	3
Cualidades humanas / Disposición / El alumno logra la actividad a la primera	2	0	4	0	6

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de sujetos del Ciclo II del docente 1 en la escuela 1				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Emociones / Miedo / El alumno expresa inseguridad por la actividad	1	1	0	0	2
Interacción social / Fuera de la escuela / Los alumnos sacan fotos y videos para mostrar lo que hacen	1	0	2	0	3
Motivación / Promovida al alumno / El docente cambia a una actividad práctica	1	2	0	0	3
Motivación / Promovida al alumno / El docente reitera la facilidad de realizar la actividad	1	1	0	0	2
Recursos tecnológicos / Computadora / Falta de computadoras en buen estado	3	0	1	0	4
Recursos tecnológicos / Internet / Mala conexión de Internet	2	0	2	0	4
Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	3	0	3	0	6
<b>Sentimientos / Apatía / Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
Sentimientos / Apatía / Del alumno por desánimo	1	1	0	0	2
Sentimientos / Apatía / Del alumno presumible por contagio	0	2	1	1	4
Sentimientos / Frustración / Por no haber resultado a la primera	1	0	7	0	8
Sentimientos / Frustración / Por no lograr terminar la tarea	0	1	3	0	4
Sentimientos / Frustración / Que canaliza para lograr la tarea	0	0	1	1	2
<b>Sentimientos / Satisfacción / Por lo que está haciendo el alumno para culminar la tarea</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	0	1	1	0	2
Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos apoyar a otros	2	1	0	0	3
<b>Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>25</b>
Suma	42	29	96	5	172

*Nota:* sobresalen cuatro categorías que se resaltan en color naranja porque su resultado es originado por la concurrencia de los tres sujetos.

La docente participante aceptó e identificó los hallazgos derivados de la etapa de implementación de la actividad en el aula. Argumentó como primer acercamiento de la reflexión de su acción, lo siguiente:

- Propuso que es necesario dejar a los alumnos desarrollar su creatividad, permitiendo dejar que sus estudiantes propongan sus propios proyectos y que el docente figure como apoyo. Donde a través de un trabajo colegiado el docente pueda alinear en etapas la construcción de conocimientos y, mediante proyectos, un significado de para estos.
- La expectativa del docente nunca fue fomentar el logro de los objetivos a la primera, más bien quiso que sus estudiantes pudieran aprender del error.
- Consideró frustrante no lograr los objetivos en el tiempo planeado. Pero le motivo que, tan pronto algunos alumnos lograron terminar su proyecto, tuvieron la iniciativa de ayudar los demás, y así el resto del grupo terminó más pronto.
- Comentó también que, si bien comprendió mejor los temas derivados de la construcción del robot, consideró no sentirse aún con la capacidad suficiente para seguir con sus alumnos en estos temas.
- Consideró que la característica de la Cultura Maker de *compartir con los demás*, como algo posible de emplearse con sus compañeros docentes de las diversas asignaturas académicas y así compartir con ellos conocimiento e información tecnológica.
- Propuso que, mientras los alumnos aprenden cosas teóricas con los profesores de Ciencias, ella y otros docentes podrían hacerse cargo de las actividades tecnológicas. Desarrollando así el aspecto práctico en los talleres y lograr de ese modo complementar las clases teóricas. Tenía esa idea desde el inicio de su actividad docente y no veía claro cómo hacerlo.

- Comentó que tiene programado para el próximo curso, realizar el análisis de objetos técnicos con sus alumnos. Habló con los padres de familia y contó con el apoyo para permitir a sus hijos llevar aparatos descompuestos al taller y, con ayuda del conocimiento que se comparte en el internet, identificar sus partes y conocer su funcionamiento. Esto con la idea de conocer estos aparatos, su funcionamiento e incluso en el mejor de los casos, la reparación de parte de los mismos alumnos.

#### **5.4. Resultados respecto a los docentes 2 y 3**

En esta sección mostramos los resultados de la aplicación de los instrumentos del evento 2, con los Ciclos I y II de los docentes 2 y 3.

Se realizó el análisis de los documentos del *Ciclo I del evento 2* (ver Tabla 17), ingresados a MAXQDA (2018) que generó la matriz de códigos correspondiente. Estos documentos fueron: la bitácora del investigador, seis cuestionarios de opinión aplicada a los docentes y 5 entrevistas abiertas aplicadas a docentes quienes aceptaron realizarla. Estos documentos se listan en Apéndice K.

La matriz de códigos resultante del proceso realizado por MAXQDA (2018) la exportamos a formato Excel. Una vez ahí, se tomaron en cuenta solo las categorías con expresiones. Por consiguiente, en este ciclo se identificaron trece conceptos: *actitud, Andragogía, apropiación de la Cultura Maker, computación, cualidades humanas, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, tutoría entre pares y visión*. En un total de ciento veintiocho expresiones formada por: 15 expresiones extraída de la bitácora, 57 de cuestionarios y 56 de las entrevistas abiertas. La codificación resultante se muestra en Apéndice O.

A partir de la codificación se realizó la triangulación de instrumentos, con un resultado de ocho conceptos: *actitud, Andragogía, cualidades humanas, interacción social, motivación,*

*práctica docente, tutoría entre pares y visión*. Lo anterior a partir de un total de noventa y dos expresiones: 11 de bitácora, 52 de cuestionarios y 29 de entrevistas abiertas. Las cuales se muestran en Tabla 21.

**Tabla 21.** Codificación de la triangulación Ciclo I evento 2.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de instrumentos del Ciclo I del evento 2			
	Bitácora del investigador	Cuestionario a docentes	Entrevista abierta a docentes	Suma
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes	2	7	0	9
Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata	0	4	4	8
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen	0	7	1	8
Interacción social / Entre docentes / Compartiendo anécdotas	1	1	0	2
Motivación / Entusiasmo / Del docente por descubrir la aplicabilidad de la Cultura Maker	2	0	2	4
Motivación / Entusiasmo / Del docente por realizar este tipo de actividades	2	0	1	3
Motivación / Por aprender / Nuevas cosas para la práctica docente	0	10	1	11
Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente	0	10	5	15
Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación	0	6	6	12
Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia	3	0	1	4
Visión / De la dirección / Limita al docente por la cuestión económica	0	1	2	3
Visión / Expectativas del docente / Aprender cosas nuevas para la práctica docente	1	2	0	3
Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas	0	3	4	7
Visión / Expectativas del docente / Por un aprendizaje ligado a las emociones de sus alumnos	0	1	2	3
Suma	11	52	29	92

*Nota:* sobresale la categoría resaltada en color azul por contar con el mayor número de expresiones en la triangulación.



Ahora revisamos las reflexiones después de participar en el taller de capacitación de docentes:

- Los docentes expresaron la necesidad de continuar con estos temas, con el desarrollo de otros proyectos en un taller consecuente.
- A los docentes se les mostraron otros proyectos distintos a los del taller por parte del investigador, lo que provocó entusiasmo y motivación, y mostraron interés de realizar otros proyectos.
- La organización de islas de trabajo y la unión de estas según las necesidades de los docentes, favoreció durante las sesiones la tutoría entre pares como un elemento relevante en la capacitación.
- La exposición de la docente 1, motivó a los docentes 2 y 3 por ver un testimonio dado por un par.
- Las consideraciones técnicas de hardware aplicadas de la reflexión del anterior taller resultaron en un mejor desempeño del taller.

Ahora detallamos el *Ciclo II* del docente 2 en la escuela 2.

Se desarrolló el análisis con los documentos de *Ciclo II*, acción del docente 2, en la escuela 2, con la información de la bitácora del investigador, bitácora del docente, bitácora de los alumnos y la entrevista abierta al docente que ingresaron al proceso. El listado de documentos ingresados a MAXQDA (2018) se listan en Apéndice K.

Se identificó una codificación para esta fase con quince conceptos: *actitud, apropiación de la Cultura Maker, clima organizacional, computación, control de grupo, cualidades humanas, emociones, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, tutoría entre pares y visión*. Se obtuvo un total de doscientos treinta y cuatro

expresiones: 44 expresiones de la bitácora del investigador, 38 de la bitácora del docente, 124 de bitácora de los alumnos y 28 de entrevistas abiertas, que se muestran en Apéndice P.

Con la triangulación de sujetos de *Ciclo II* del docente 2 en la escuela 2, se obtuvo un resultado de trece conceptos, a partir de un total de ciento seis expresiones: 20 de bitácora del investigador, 23 de bitácora del docente, 50 de bitácora de los alumnos y 13 de entrevistas abiertas, los datos se muestran en Tabla 22.

**Tabla 22.** Codificación de la triangulación *Ciclo II* docente 2 escuela 2 evento 2.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de sujetos del Ciclo II del docente 2 en la escuela 2				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	2	5	6	2	15
Clima organizacional / Recursos materiales / El docente decide que los materiales permanecen en el aula	3	0	0	2	5
Computación / Hardware / Al alumno le gusta ensamblar componentes	0	2	2	0	4
Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes	0	1	2	0	3
Computación / Hardware / Mayor habilidad para el montaje de componentes por las alumnas	1	1	0	1	3
Control de grupo / Grupo numeroso / Falta de atención por ser muchos alumnos	2	0	1	0	3
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen	1	0	8	0	9
Interacción social / Dentro de la escuela / Otro maestro se interesa en la clase del docente	1	0	0	1	2
Motivación / Entusiasmo / Del alumno al hacer la actividad práctica	0	5	29	0	34
Práctica docente / Reflexivo / Por el docente en experiencias en el aula	1	0	0	5	6
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El alumno no trae el material	2	3	0	0	5

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de sujetos del Ciclo II del docente 2 en la escuela 2				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	1	2	0	0	3
Sentimientos / Satisfacción / De los alumnos por la actividad práctica	2	1	1	0	4
Sentimientos / Satisfacción / Por lo que está haciendo el alumno para culminar la tarea	1	1	1	0	3
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	1	0	0	1	2
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	1	0	0	1	2
Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad	1	2	0	0	3
Visión / Expectativas del docente / El docente espera buenos resultados de su acción	1	0	0	1	2
Suma	20	23	50	13	106

*Nota:* sobresalen cuatro categorías que se resaltan en color naranja porque su resultado es originado por la concurrencia de los tres sujetos.

Respecto a las reflexiones a partir de la fase reflexión de la acción del docente 2, el profesor aceptó e identificó los hallazgos derivados de la etapa de implementación de la actividad en el aula. Argumentó los siguientes aspectos sobre su acción:

- Consideró un reto integrar la tecnología en el aula, al no poseer el conocimiento necesario de tecnología electrónica y robótica. Sin embargo, le gustó y expresa haber aprendido nuevas cosas.
- De igual manera, fue un reto trabajar un Club con alumnos de los tres niveles de secundaria, lo cual implicaba diferentes niveles cognitivos en el alumnado.
- Agradeció la oportunidad de participar en el proyecto de investigación, debido al apoyo tanto de los investigadores como de la dirección de su escuela.

- Expresó satisfacción al observar un robot construido con sus propias manos, lo cual también sucedió con sus alumnos. Resalta la importancia de lo anterior en la interacción social de sus alumnos.
- Estuvo convencido de hacer nuevamente actividades como las que realizó y otras del mismo tipo.
- El profesor, en conjunto con la dirección de su escuela reconocieron la oportunidad de aceptar estudiantes de licenciatura en Mecatrónica, quienes ofrecieron su servicio social en la escuela, para el acompañamiento con el docente en el apoyo tecnológico. El objetivo sería desarrollar dinámicas similares a la construcción del robot e inclusive plantear otros proyectos. Lo cual no hubiera sido posible sin la experiencia obtenida a partir de esta investigación.
- El entusiasmo del profesor a partir de reconocer en la Cultura Maker la característica de *compartir con otros*, lo condujo a la propuesta de desarrollar, junto con sus alumnos, un proyecto de riego por goteo. La situación no prosperó por inconvenientes técnicos señalados por la dirección de la escuela.
- Su acción en aula captó la atención de la dirección del turno vespertino, quienes le solicitaron impartir un taller en ese turno. Sin embargo, esto no fue posible por incompatibilidad de horario y falta de estímulo económico.
- El docente identificó trabajo colaborativo entre los alumnos al momento de manejar dispositivos y herramientas. También resalta que a un estudiante con problemas auditivos le bastó observar el trabajo de los demás para desarrollar su propia actividad.
- Se siente identificado con los aprendizajes logrados con el *conocimiento compartido*, los valora y los recomienda, característica de la Cultura Maker. Argumenta que, en

confinamiento por la situación actual ocasionada por la COVID-19, visualiza y se convence de la aplicabilidad de la Cultura Maker en múltiples disciplinas. Su ejemplo es la cocina, donde presume que aprendió a hacer salsa *BBQ* al consultar tutoriales de otras personas. Del mismo modo, también aprendió a sembrar nopales y limones con poca tecnología.

- Su entusiasmo e identificación con la Cultura Maker lo llevó a realizar una dinámica de emprendimiento en el segundo trimestre del ciclo escolar 2019-2020. En la dinámica, los alumnos harían una microempresa. Algunos productos obtenidos fueron: jabón, aromatizante, gel para cabello, gel para manos, llaveros con estambre, fertilizantes orgánicos y químicos.
- Propuso la necesidad de dejar a los alumnos desarrollar su creatividad a través de proponer sus propios proyectos y que estos sean apoyados por el docente, el cual, apoyado de un trabajo colegiado, permita alinear en etapas la construcción de conocimientos y así facilitar al alumno un significado de estos conocimientos, mediante el aprendizaje basado en proyectos.
- Su expectativa como docente nunca fue lograr las cosas a la primera, sino motivar a los estudiantes a que aprendieran del error.

En la fase del *Ciclo II* del docente 3 en la escuela 3, se desarrolló el análisis cualitativo de los datos con la ayuda del programa MAXQDA (2018), solo con documentos de los instrumentos respectivos a esta fase: la bitácora del investigador, bitácora del docente, bitácora de los alumnos y la entrevista abierta al docente. El listado de documentos ingresados a MAXQDA (2018) se listan en Apéndice K.

Se identificó una codificación para esta fase, con trece conceptos: *actitud, apropiación de la Cultura Maker, clima organizacional, computación, cualidades humanas, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, tutoría entre pares y visión*. En un total de sesenta y ocho expresiones organizadas de la siguiente manera: 5 de bitácora del docente, 7 de la bitácora del docente, 0 de la bitácora de los alumnos y 56 de las entrevistas abiertas, como se muestra en Apéndice Q.

En el caso de *Ciclo II* del docente 3 en la escuela 4, se desarrolló del mismo modo que en la escuela 3, con documentos de los instrumentos respectivos a esta fase. Los documentos se listan en Apéndice K.

Se identificó una codificación para esta fase, con doce conceptos: *actitud, clima organizacional, computación, cualidades humanas, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, tutoría entre pares y visión*. En un total de sesenta y ocho expresiones. De la siguiente manera: 10 de bitácora del docente, 8 de la bitácora del docente, 15 de la bitácora de los alumnos y 18 de las entrevistas abiertas, como se muestra en Apéndice R.

La triangulación se obtuvo de manera análoga como se describió en los casos anteriores. En esta se tiene una codificación con triangulación de sujetos, de *Ciclo II* del docente 3 en la escuela 3. Un resultado de dos conceptos, con un total de cinco expresiones, de la siguiente manera: se obtuvo 1 de la bitácora del investigador y 3 de la entrevista abierta. Los datos se muestran en Tabla 23.

**Tabla 23.** Codificación de la triangulación Ciclo II docente 3 escuela 3 evento 2.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de sujetos del Ciclo II del docente 3 en la escuela 3				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Durante la actividad	1	0	0	1	2
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El alumno no trae el material	1	0	0	2	3
Suma	2	0	0	3	5

Finalmente, para la triangulación de sujetos, de *Ciclo II* del docente 3 en la escuela 4, se tuvo un resultado de tres conceptos, con un total de diecinueve expresiones, conformada por 7 de la bitácora del investigador, 2 de la bitácora del docente, 7 de la bitácora de los alumnos y 3 de las entrevistas abiertas, como se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Codificación de la triangulación Ciclo II docente 3 escuela 4 evento 2.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones aplicada la triangulación de sujetos del Ciclo II del docente 3 en la escuela 4				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Recursos tecnológicos / Computadora / Pocas computadoras disponibles	2	0	0	1	3
Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	1	0	1	0	2
Sentimientos / Apatía / Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad	1	1	0	1	3
Sentimientos / Satisfacción / De los alumnos por la actividad práctica	1	0	2	0	3
Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos apoyar a otros	1	0	0	1	2
Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad	1	1	4	0	6
Suma	7	2	7	3	19

*Nota:* sobresale una categoría que se resalta en color naranja porque su resultado es originado por la concurrencia de los tres sujetos.

El docente 3 acepta e identifica los hallazgos derivados de la etapa de implementación de su actividad en el aula. Argumenta los siguientes aspectos sobre su acción:

- Visualizó que los resultados en general le ayudan a notar la necesidad de mejorar. Citó en particular el concepto de *cualidades humanas*, como un elemento carente en sus resultados.
- Sobre la práctica docente, observó la necesidad de despertar el interés en los alumnos; no solo ver que ellos hagan las cosas, sino motivarlos para obtener mejores resultados. Como ejemplo, comentó el poco interés de un alumno en un inicio, pero identificó su interés en la magia, y cómo al final del proyecto se sintió emocionado de su logro.
- El docente continuó aplicando la Cultura Maker para su práctica docente. Desarrollando otros proyectos.
- En la escuela 3, la nueva dirección ya no aprobó la continuidad de las actividades propuestas. Sin embargo, el docente está convencido que aprovechar la Cultura Maker en educación, le permite encontrar otras formas de abordar los temas del taller. Con esta situación, se visualizó en el docente el desarrollo del pensamiento crítico al adaptarse a las negativas por parte de la nueva dirección de la escuela.
- En la escuela 4, sí obtuvo el apoyo para continuar con las actividades que realizó. El docente hizo énfasis en el gran potencial de la Cultura Maker respecto a que un simple ejercicio con luces lleva al alumno a relacionarse con elementos de su cotidianidad como el semáforo. La escuela se encuentra en un cruce complejo de tránsito de autos y observó a algunos alumnos detenerse a analizar el comportamiento y sincronía de las luces del semáforo, para replicarlo en una maqueta como resultado de un ejercicio que llevó al alumno a desarrollar algo tangible y útil.



- El docente está convencido de que, en estos tiempos, los aprendizajes deben adaptarse para obtener mejores resultados con los alumnos.
- La Cultura Maker ayudó a despertar la curiosidad en los alumnos, al involucrar la tecnología en los aprendizajes.
- El docente expresó su agradecimiento por las herramientas adquiridas con la Cultura Maker, las cuales considera que complementaron su carrera en la docencia.

## 5.5. Triangulación dentro de los métodos

En este apartado veremos de manera detallada los resultados de la triangulación entre métodos que se lleva a cabo buscando la concurrencia de los *Ciclos I* de ambos eventos y también de los *Ciclos II*.

### 5.5.1. De los Ciclos I

Tomando en cuenta la triangulación de los instrumentos de ambos *Ciclos I*, mostrada en las Tablas 19 y 21, identificamos las categorías que aparecieron en ambas triangulaciones de instrumentos, que dio como resultado una codificación que presenta que en ambos eventos sucede. Se identificaron cinco conceptos con un total de noventa y nueve expresiones.

Para esto se definió una expresión booleana como sigue:

Resultado = (Triangulación instrumentos Ciclo I, Evento 1)

AND (Triangulación de instrumentos Ciclo I, Evento 2)

Con la operación en Excel:

=Y(TDM\_1,TDM\_2)

Se obtuvo una triangulación dentro de los métodos de los *Ciclos I*, con la codificación que se muestra en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Codificación de la triangulación dentro de los métodos Ciclo I.

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones donde ambas triangulaciones coinciden, de los Ciclos I de ambos eventos						Suma
	Bitácora del investigador		Cuestionario a docentes		Entrevista abierta a docentes		
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes	2	2	7	7	0	0	18
Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata	0	0	1	4	1	4	10
Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente	1	0	2	10	2	5	20
Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación	0	0	12	6	4	6	28
Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia	2	3	4	0	0	1	10
Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas	0	0	5	3	1	4	13
Suma	5	5	31	30	8	20	99

*Nota:* Los datos de esta Tabla son tomados de las Tablas 19 y 21.

Vasilachis (2006) menciona que la *construcción de teoría* vista desde la *teoría fundamentada*, se basa en el supuesto de que los códigos usados representan las categorías teóricas, y que las conexiones de estos códigos entre sí permiten construir la estructura de la teoría emergente. De esta manera, la teoría puede ser considerada como una red de estas categorías.

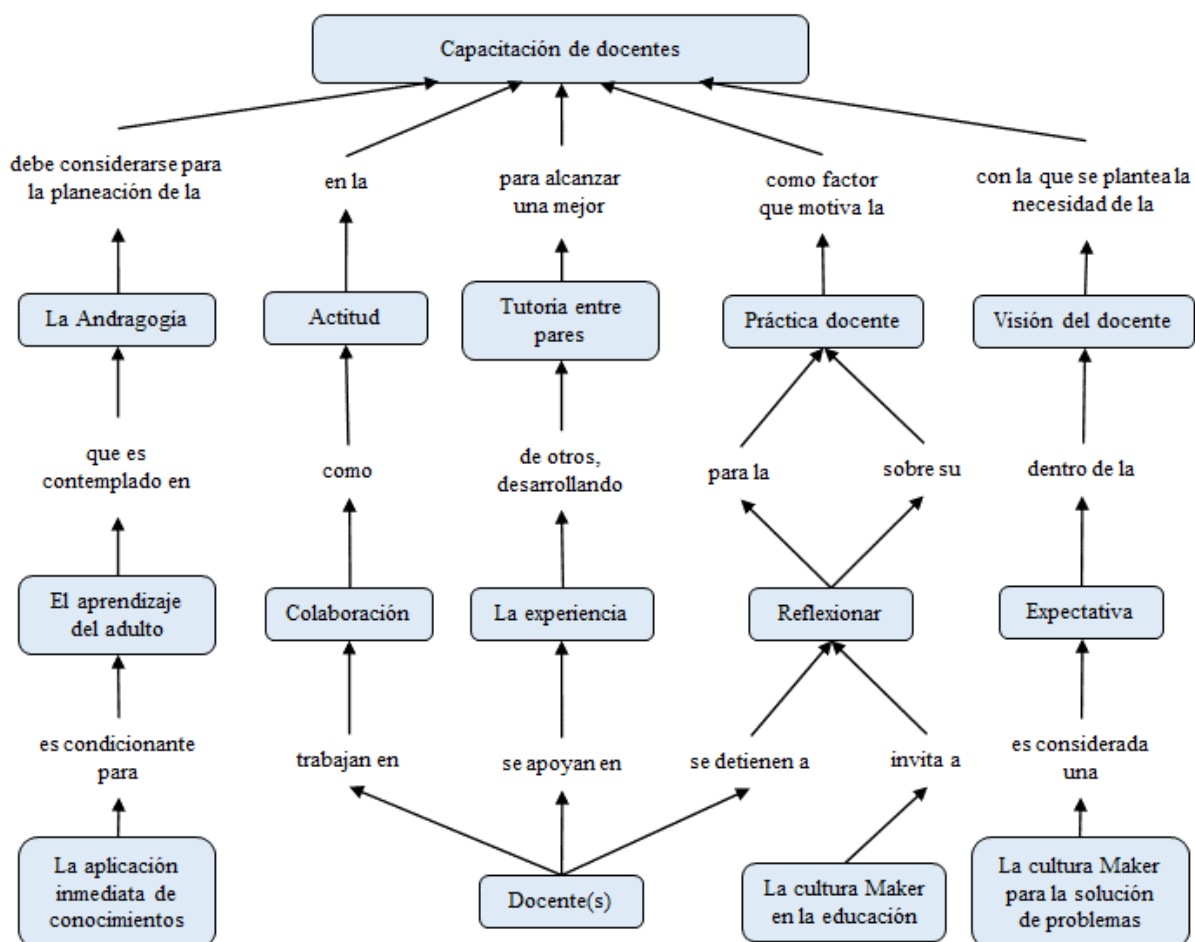
A su vez, la herramienta visual para representar estas ideas y teorías que emergen de los datos es la construcción de una red conceptual, derivada de los mapas conceptuales o redes semánticas. Con lo anterior se permite organizar y representar conocimiento de forma gráfica, donde se incluyen conceptos y relaciones entre ellos en forma de proposiciones, para generar sentencias significativas que faciliten las explicaciones basadas en códigos. Estas relaciones se vinculan mediante líneas y flechas y de esta manera se posibilita la construcción de un modelo a partir de los códigos, así como una visualización de la red de vínculos mediante un diagrama.

Como resultado de esta triangulación dentro de los métodos de los *Ciclos I*, se tiene a continuación la red conceptual donde se representan los hallazgos respecto a la capacitación de los docentes (ver Figura 12). Esta red conceptual está construida como una estructura de mapa conceptual, donde el primer nivel es la construcción de la teoría, en este caso, la capacitación de los docentes. Los tres niveles restantes representan los tres niveles de codificación planteados en la teoría fundamentada: codificación abierta, axial y selectiva, respectivamente. La red se lee de abajo hacia arriba como lo indican las flechas, por considerar la construcción de conocimiento a partir de los hechos ocurridos representados por los códigos.

Como ejemplo de construcción de esta red conceptual se presenta la primera categoría de la Tabla 25; de esta manera se tiene la categoría *Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes*, la cual está escrita con la estructura de codificación abierta / axial / selectiva; y se procede a formar la red conceptual de abajo hacia arriba, que se puede seguir en la columna 2 de la Figura 12. Se inició tomando la codificación selectiva en un primer bloque como *Docentes*, se conecta con *trabajan en* hacia la codificación axial en un bloque como *Colaboración* mediante la conexión *como* hacia el siguiente bloque que representa la codificación abierta con el concepto *Actitud*, y finalmente se conecta con *en la* al bloque que representa la teoría que emerge con *Capacitación de docentes*.

De esta manera se lee como: *Docentes trabajan en Colaboración como Actitud en la Capacitación de docentes*.

**Figura 12.** Red conceptual de la capacitación de docentes.



### 5.5.2. De los Ciclo II

Para la triangulación dentro de los métodos de los *Ciclos II*, se tomaron en cuenta las triangulaciones de sujetos de los tres docentes, mostradas como sigue: en la Tabla 20 del *docente 1 escuela 1*, en la Tabla 22 del *docente 2 escuela 2* y en las Tablas 23 y 24 del *docente 3 escuela 3* y *escuela 4*.

Se identificaron las categorías que aparecieron en al menos dos de las triangulaciones de sujetos, de los docentes 1, 2 y 3; considerando las categorías del docente 3 a las que se presentan en una u otra de las escuelas donde intervino.

Se tuvieron siete conceptos con un total de ciento setenta y nueve expresiones. Lo anterior se aprecia en Tabla 26 que muestra dicha codificación.

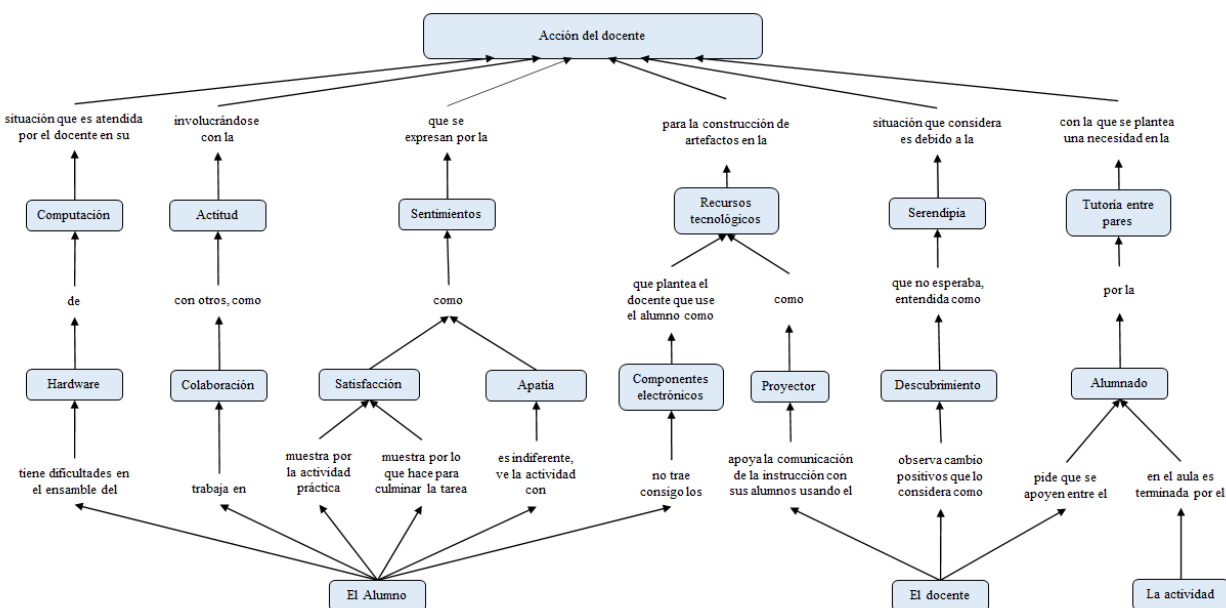
**Tabla 26.** Codificación de la triangulación dentro de métodos de los Ciclo II.

<b>Codificación Abierta / Axial / Selectiva</b>	<b>Triangulación Acción del docente 1</b>	<b>Triangulación Acción del docente 2</b>	<b>Triangulación Acción del docente 3</b>	<b>Suma</b>
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	29	15	2	46
Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes	13	3	2	18
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El alumno no trae el material	0	5	3	8
Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	6	3	3	12
Sentimientos / Apatía / Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad	15	4	4	23
Sentimientos / Satisfacción / De los alumnos por la actividad práctica	0	4	3	7
Sentimientos / Satisfacción / Por lo que está haciendo el alumno para culminar la tarea	9	3	0	12
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	2	2	6	10
Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos apoyar a otros	3	1	5	9
Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad	25	3	6	34
Suma	102	43	34	179

Como resultado de esta triangulación entre los métodos, se tiene a continuación la *red conceptual* que presenta los hallazgos respecto a la acción de los docentes (ver Figura 13). Esta red conceptual se construyó con las categorías obtenidas como resultado de la triangulación dentro de

los métodos de los *Ciclos II* (ver Tabla 26), de la misma manera que la red conceptual de la capacitación de los docentes.

**Figura 13.** Red conceptual de la acción del docente.



## 5.6. Articulación de resultados con el marco teórico

La mediación tecnológica educativa responde a la relación del docente, los estudiantes y el contenido bajo el uso de tecnología. Esta mediación se evidencia en esta investigación al momento en el que docente se apoya en la Cultura Maker para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en nivel secundaria. El uso de herramientas es la propuesta de esta cultura, así como crear artefactos por uno mismo y con otros en colaboración, apoyados en las redes sociales. Una forma de introducir esta cultura en la práctica docente es visualizarla a través del Construccinismo de Papert. Con esta teoría de aprendizaje se puntualizan los argumentos sobre el aprendizaje y la socialización de

quienes participan en esta mediación, los cuales se refuerzan con la interacción con medios tecnológicos para favorecer y fomentar actitudes activas (Tesconi, 2015).

Generar nuevas estrategias de enseñanza, que favorecen el aprendizaje de los alumnos es importante para el docente interesados en un cambio. Es importante explorar alternativas teóricas y prácticas que faciliten el aprendizaje del alumno. Se justifica así la mediación tecnológica como una alternativa de cambio para la práctica docente.

La Andragogía toma en cuenta el modo de aprender de los adultos, por lo tanto, se puede aplicar al docente. A partir de la interacción estrecha del investigador con los docentes participantes, se identificaron sus intereses, reconociendo sus capacidades y experiencia, de manera empática, tal como recomienda la Andragogía. De ese modo, al mostrarle la Cultura Maker, es el docente mismo quien visualizó la aplicación de esta en su práctica docente.

Los resultados obtenidos son las categorías derivadas del proceso de codificación del análisis de datos, que se obtuvo de los instrumentos aplicados en el trabajo de campo. Categorías que fueron seleccionadas por la relación con aspectos de enlace que tuvieron con las teorías del *Construccionismo* y la *Andragogía*, consideradas en el marco teórico. Estos aspectos de enlace se muestran en la Tabla 27. Y la codificación resultante que confirma dichos aspectos de enlace con la teoría se presenta en el Apéndice S.

**Tabla 27.** Aspectos de enlace con la teoría.

Teoría	Aspecto de enlace
Construccionismo	Aprendizaje Socialización
Andragogía	Aprendizaje de temas relevantes Aplicación útil e inmediata Experiencia del docente Retención diferente

Para obtener un resultado condensado de las categorías que se identifican por las teorías ya mencionadas, se consideró realizar la intersección de los códigos respectivos, que se presentaron en el Apéndice S, con las triangulaciones dentro de los métodos que se mostraron en las Tablas 25 y 26; de esta manera se obtuvo una concurrencia que dio lugar a la codificación que confirma la teoría con la triangulación dentro de los métodos que se presenta en la Tabla 28.

**Tabla 28.** *Codificación que confirma la teoría con triangulación dentro de los métodos.*

Teoría	Aspecto de enlace	Codificación
Construccionismo	Aprendizaje	Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas
	Socialización	Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos a apoyar a otros Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia
Andragogía	Aplicación útil e inmediata	Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos  Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas
	Experiencia del docente	Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente  Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación



## 5.7. Otros hallazgos

### 5.7.1. *Docentes post trabajo de campo*

Con el fin de conocer las acciones tomadas por los docentes participantes después de su colaboración en el proyecto de investigación, en virtud de sus acciones inmediatas para el siguiente periodo escolar, se les pidió comentar qué planes tenían sobre su práctica docente. El docente 1 implementará el análisis de objetos técnicos con sus alumnos del próximo curso. La profesora acordó la metodología con la dirección de la escuela y los padres de familia, de quienes ya contaba con el apoyo para permitir a sus hijos llevar aparatos descompuestos al taller; con la ayuda del conocimiento compartido encontrado en internet se identificarían sus partes y se conocería su funcionamiento. Lo anterior, con la idea principal de conocer los diversos aparatos de uso cotidiano y que, en el mejor de los casos, los mismos alumnos los repararan.

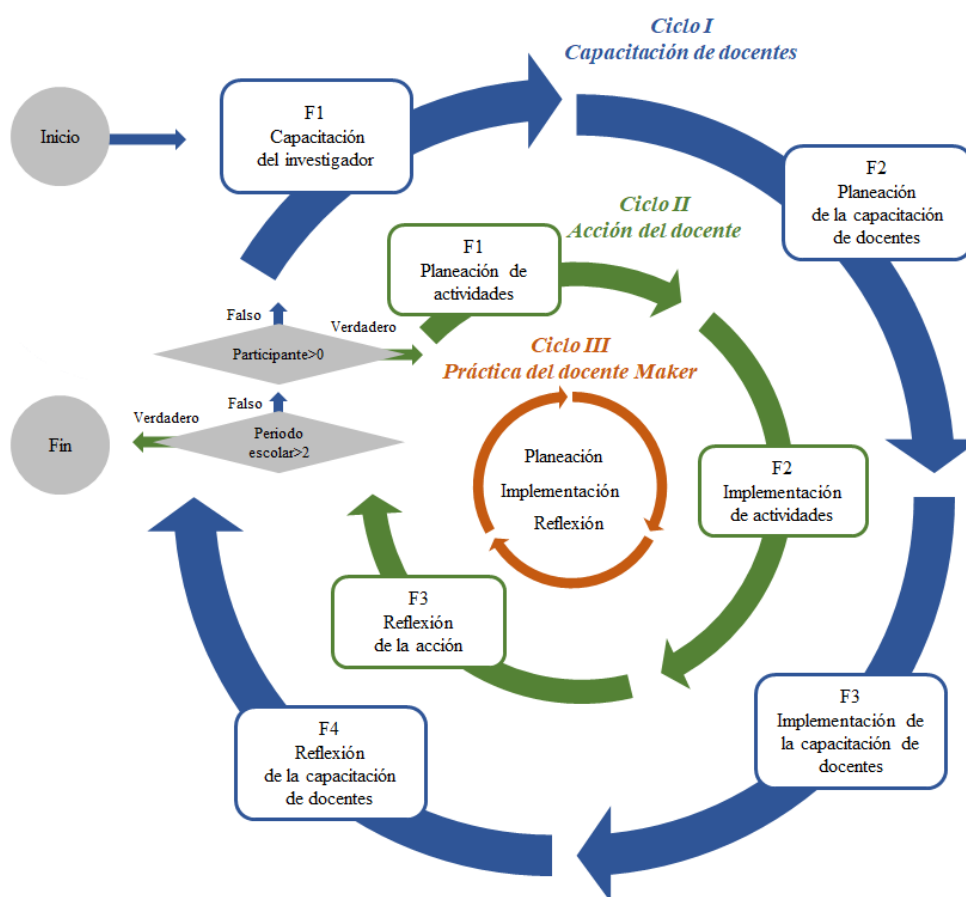
El entusiasmo e identificación con la Cultura Maker del docente 2, como él lo expresa, lo llevó a realizar una dinámica de emprendimiento en el segundo trimestre del ciclo escolar 2019-2020. En ella, los jóvenes alumnos crearon una microempresa y lograron fabricar productos como jabón, aromatizante, gel para cabello, gel para manos, llaveros con estambre y otros con glicerina, fertilizantes orgánicos y químicos, etc.

En el caso del docente 3, nos indica que en la escuela 3, la nueva dirección no aprobó la continuidad de las actividades propuestas. Sin embargo, expresó que, ante dicha situación, encontrará otras formas de abordar los temas del taller con la ayuda de la Cultura Maker. En la escuela 4 sí contó con el apoyo de la dirección de la escuela y padres de familia para continuar con actividades similares. Hace énfasis en el gran potencial de la Cultura Maker respecto a que, con un simple ejercicio con luces, permite al alumno relacionarlo con elementos de su cotidianidad, como el semáforo. La escuela se encuentra en un cruce complejo y se observó a algunos alumnos

detenerse a analizar el comportamiento y sincronía de las luces, para replicarlo en una maqueta como resultado de un ejercicio que llevó al alumno a desarrollar algo tangible y útil.

Estos resultados orientan a incluir un nuevo componente al esquema planteado como trabajo de campo, donde se tiene un nuevo ciclo desarrollado por el docente, ahora sin acompañamiento del investigador. El profesor planea su acción apoyada en la Cultura Maker y plantea así una forma diferente de enseñar; dicha planeación la lleva a cabo y reflexiona sobre su acción (ver Figura 14), a este ciclo autónomo, que esperamos no tenga fin, lo denominamos *Ciclo III Práctica del docente Maker*. Este ciclo es a lo que aspirábamos con esta investigación.

**Figura 14.** Incorporación del ciclo III Práctica del docente Maker.



### 5.7.2. *Docentes sin acompañamiento*

Concluidos los *Ciclos I*, se contó con la participación de una profesora en el primer evento y dos profesores en el segundo evento, quienes decidieron participar llevando su acción al aula, permitiendo acompañarlos en dicha decisión. Sin embargo, en las entrevistas a profundidad aplicadas, se logró conocer el testimonio de otros profesores quienes, si bien no tuvieron el seguimiento posterior planteado en el proyecto de investigación, sí desarrollaron de manera independiente actividades en el aula. Estas actividades siguieron el esquema de planeación, implementación y reflexión de su acción en el aula, apoyada por la Cultura Maker. Es decir, llegaron al Ciclo III Práctica docente Maker (ver Figura 15). A continuación, describimos las experiencias que compartieron en la entrevista a profundidad del Ciclo I.

Una maestra del primer evento compartió su experiencia en la enseñanza de Excel. Para lograr el interés y aprendizaje del tema de *tablas en Excel*, consideró llevar a los alumnos diferentes piezas tipo *LEGO* y ligas de diferentes colores. Planteó una estrategia para hacer tablas en Excel mediante la clasificación de las piezas por colores y formas. Esto permitió a los estudiantes entender el proceso de contar y el uso del programa, por medio del uso de elementos tangibles y con significado para ellos. Incluso jugaron con las piezas después de terminar la actividad, como planteaba Papert en el Construccinismo, un ambiente lúdico. La docente comentó no haber abordado el tema de dicha manera anteriormente y señaló un cambio en su planteamiento y visión sobre la manera de enseñar.

Del segundo evento, una profesora y un profesor compartieron las actividades implementadas en sus escuelas después de participar en el taller de capacitación.

Ella no contaba con el apoyo, por parte de la dirección de la escuela, para realizar actividades que implicaran el uso de componentes electrónicos ni herramientas, esto debido a la

falta de recursos económicos para la adquisición de los materiales. Sin embargo, construyó una pizarra didáctica con una tabla y pintura de pizarrón, junto a sus alumnos en clase de Matemáticas; la desarrolló pensando en la inclusión a la clase de una alumna que no puede oír ni hablar. Además de lograr dicha inclusión, obtuvo una participación mayor por parte del resto de los estudiantes en las clases. Con el artefacto creado, ayudó a sus alumnos a comprender el tema de fracciones. También comentó que otros profesores le pidieron compartir detalles de su acción.

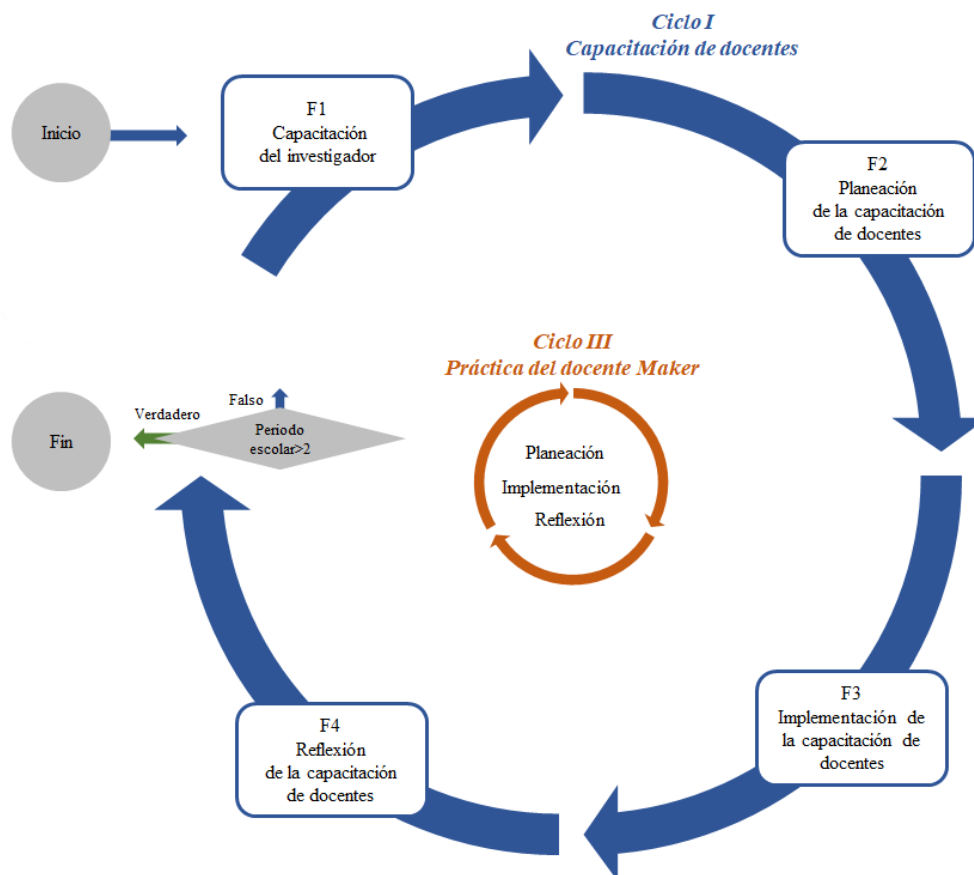
Cabe resaltar la apropiación de la Cultura Maker por parte de la profesora, al *hacer tecnología con sí misma, hacer con los demás y compartir sus hallazgos*.

El otro profesor pidió a sus alumnos realizar un papalote en su clase de Física. La actividad implicaba investigar cómo se hacía aprovechando el conocimiento que se encuentra en internet, o con instrucciones dadas un familiar o amigos. El objetivo era hacerlo y volarlo en el patio de la escuela. El profesor informa no haber hecho este tipo de actividades con anterioridad. Considera que de este modo el alumno se divirtió y comprendió mejor el tema.

Otro artefacto elaborado fue un paracaídas con un muñeco. Nuevamente fue una actividad con la cual se divirtieron y aprendieron temas relativos a la materia de Física de secundaria. De este modo observamos nuevamente elementos del Construccinismo: objetos para pensar y entidades públicas.

Las acciones realizadas de manera autónoma por partes de los docentes permiten plantear la alternativa del desarrollo de la acción del docente sobre nuestro trabajo de campo y sin el acompañamiento del investigador. Se entiende que, de manera similar a la mencionada a la sección anterior, el docente realizó las etapas de planeación, implementación y reflexión de la acción del docente, pasando directamente al Ciclo III Práctica docente Maker (Figura 15). Evidenciando la apropiación de la Cultura Maker en su práctica docente, un hallazgo no esperado por los investigadores.

**Figura 15.** Acceso al Ciclo III de docentes sin acompañamiento.



## 5.8. Discusión de los resultados

A partir de los hallazgos obtenidos, se afirma el supuesto preliminar de esta investigación: es posible un cambio de la práctica docente mediante la apropiación de la Cultura Maker. Los participantes voluntarios persiguen un interés emancipador, derivado de la auto reflexión de su realidad (Bautista, 2011). Es decir, encontraron en la Cultura Maker elementos que apoyaron su quehacer como docentes. Ya que en su discurso se logró observar, un aprendizaje mediado por tecnología que se manifiesta en el conocimiento compartido en redes sociales reales o virtuales. Además de replicar lo aprendido con sus estudiantes.

Asimismo, resultó un cambio en la forma de enseñar, acompañado de una actitud colaboradora entre los estudiantes y pares docentes, tutoría entre pares alumnos, y la satisfacción de concluir un trabajo planeado.

Las tres preguntas específicas que guiaron la investigación se responden a continuación.

La primera: *¿Cómo desarrollar una alternativa de mediación tecnológica, para promover la apropiación de la Cultura Maker y cambiar la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?*

Esta pregunta encuentra respuesta en la articulación del marco teórico-conceptual de esta investigación. Los elementos identificados para el desarrollo de la propuesta son: *el modelo tecno-pedagógico TPACK, el diseño metodológico de investigación-acción, la Andragogía, la Cultura Maker y la teoría de aprendizaje del construccionismo.*

*El modelo tecno-pedagógico TPACK* sirve como referente. Plantea, junto al conocimiento de contenido y pedagógico que posee el docente, la necesidad del involucramiento del conocimiento tecnológico en el dominio del profesor (Cabero et al., 2017). En nuestro caso nos permitió mostrarles a los profesores como el comprender las TIC es importante para la práctica docente y fuimos más allá al pedirle que la tecnología que considerara no fuera solamente de información y comunicación, sino que tuviera en cuenta otras tecnologías. Lo que se reflejó en el robot para los profesores 1,2 y 3; las tecnologías domesticas del profesor 2; materiales tangibles y juguetes (papalote y paracaídas) de los profesores sin acompañamiento pero que tomaron la capacitación. Todos ellos manifestaron que no habían hecho este tipo de actividades antes de tomar la capacitación.

Por otra parte, para el ciclo de la acción docente, los profesores contaron con la cooperación del investigador, prevista en dicho ciclo por el *diseño metodológico de investigación-acción*, planteado inicialmente. Como parte de este diseño se les presenta la alternativa para desarrollar el

cambio en su práctica docente (Martínez, 2007). Este acompañamiento sirvió no solo como apoyo técnico, sino para la observación del proceso que se reflejó en la bitácora del investigador. Otros instrumentos para recabar información como las encuestas y las entrevistas formaron parte de este diseño y dieron elementos para comprender el proceso y los hallazgos mediante las redes conceptuales obtenidas con la codificación. Asimismo, la teoría fundamentada relaciona lo que el investigador registró en el aula con las teorías descritas en el marco teórico.

El docente de secundaria, quien en primera instancia funge como alumno en el proceso de cambio de su práctica docente, es visto con el lente de la Andragogía, por lo que el investigador toma ciertas consideraciones en cuenta relaciona con el aprendizaje del adulto (Walker y Montero, 2004). Una de estas consideraciones es que el conocimiento adquirido por el docente sea de aplicación *útil para su labor*. En este sentido si el docente se acercó al taller, se infiere que el aprendizaje logrado será útil para la enseñanza en su aula, lo cual repercutirá en el aprendizaje de sus alumnos. Otra de las consideraciones para el acercamiento voluntario del docente al conocimiento tecnológico, es la *relevancia del tema* de la que refleja en la apreciación que tiene de la realidad de sus alumnos. El *respeto por su experiencia* se mostró cuando tomó decisiones para la planeación de su acción, basado en su conocimiento del tema a enseñar y de su grupo, sin ser coaccionado por el investigador. Este enfoque andragógico permitió lograr empatía con los participantes. El resultado de este enfoque se vio en la participación de los docentes en el Ciclo II y en la actividad de los docentes sin acompañamiento que adoptaron la Cultura Maker para su práctica docente.

La *Cultura Maker* juega un papel muy importante por actitud de cambio que plantea, la cual resulta trascendental para la acción del docente en la enseñanza y por el conocimiento tecnológico que se le comparte. Dicho conocimiento se interioriza para que, con su experiencia, lo adapte de la mejor manera posible para los objetivos que se plantee en su labor como docente. Los

profesores participantes evidenciaron la adopción de la Cultura Maker al realizar tecnología con los medios que se tenían a su alcance inclusive sorteando obstáculos de tipo económico o restricciones por parte de sus superiores o padres de familia: allá donde no se podía usar herramientas se usaban kits de fácil armado, allá donde no se tenía permiso para hacer robots se hicieron papalotes, ante la negativa de los recursos económicos se hicieron pizarras.

*La teoría de aprendizaje del construccionismo* tiene un puente natural entre la Cultura Maker y la educación. Esta teoría considera la construcción de artefactos como un facilitador para el aprendizaje, práctica que el docente integra en el planteamiento para su acción en el aula (Tesconi, 2015). En voz de los profesores, los objetos para pensar y las entidades públicas no solo permitieron cambiar el modo de trabajar en el aula, sino inclusive promovieron un ambiente lúdico, de reto (y por lo tanto de frustración, pero también de satisfacción), y gusto por ver un proyecto terminado y lo maravilloso de tener un robot funcional construido por uno mismo. Y todo esto a pesar de haberse sentido muy alejado de la tecnología antes de la capacitación.

La segunda pregunta es: *¿Qué hacer para desarrollar la alternativa de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker, y lograr el cambio de la práctica docente de los profesores de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?*

A partir de las evidencias que arroja este estudio podemos dar respuesta a la pregunta de la siguiente manera:

1. El reconocimiento de las fortalezas del docente. La participación voluntaria del docente se dio al considerar las habilidades del docente y trabajar en cooperación con él reconociendo su experiencia, mostrando una utilidad inmediata al conocimiento que adquiere, tomar en cuenta que su retención es diferente y proponiéndole un tema relevante. En este sentido la Andragogía aporta una guía en el diseño de la capacitación de docentes.



2. Realizar un trabajo cooperativo. La planeación de la propuesta de cambio por el docente, le es más atractiva porque tiene el apoyo del investigador tanto para las cuestiones tecnológicas como de reflexión en la implementación. Sin embargo, como se evidenció con los profesores que no tuvieron acompañamiento bastó con apropiarse de la Cultura Maker para hacer su propia propuesta de cambio. En este sentido la cooperación se da con sus pares ya que no se niegan a compartir lo hallado, una de las características de la Cultura Maker. En este sentido cobra importancia el ciclo de capacitación docente como detonador de ideas, pero también muestra un panorama en donde otros pares también tienen interés por el cambio. Es por eso por lo que dar la capacitación en forma de taller permite un ambiente de intercambio de ideas y de tutoría entre pares, lo cual no se da en una clase magistral.
3. Realizar reflexión con el docente. El profesor al sentirse escuchado y respetado genera argumentos a favor del cambio y desde su experiencia. Este momento, que se vislumbra desde el enfoque de investigación-acción permite elaborar investigación educativa desde la necesidad del docente. Y le permite al profesor planear cada vez mejor su acción a seguir.
4. Aprovechar la tecnología. Hacer un taller donde armas un robot es atractivo primero para el profesor y después para sus alumnos. Pero no es la única tecnología que puede usarse para un taller. Los profesores mismos dieron evidencia de esto al realizar proyectos con tecnologías domésticas o con juguetes. Otra manera de aprovechar la tecnología es conseguir en línea pares para el aprendizaje o tutores, lo cual alienta la Cultura Maker y se evidenció que usaron tutoriales de YouTube.

A la luz de los resultados, la propuesta es factible. Es decir, se logró crear la propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker para la enseñanza, que tuvo lugar en talleres

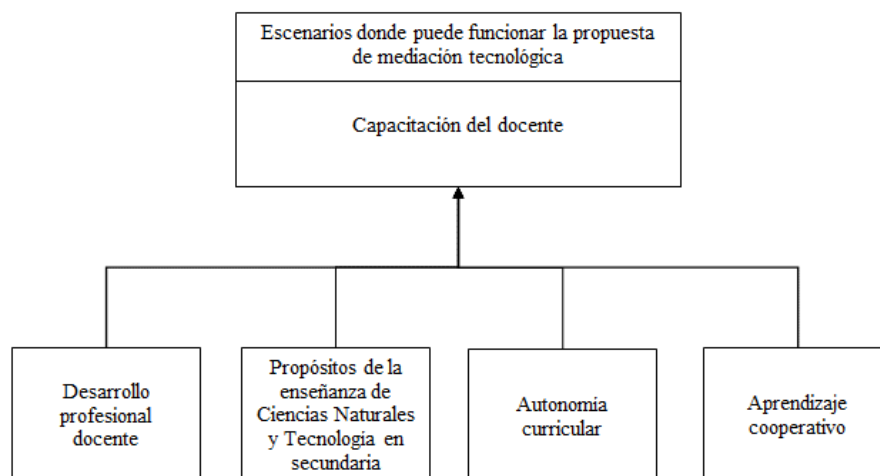
tecnológicos y clubes de Ciencias y Tecnología en secundaria por parte de los docentes participantes. El profesor desarrolló un cambio en su práctica docente y con ello cumplió el objetivo general de la investigación.

Como resultado de la metodología de seguida consideramos que esta investigación establece los elementos para ser replicable y nos permite inferir resultados semejantes en contextos similares. El rol de cooperador, realizado por el investigador, llevó a reunir colegas docentes lo cual dio lugar al desarrollo de una red social real. Visto de esta manera, la figura del investigador cooperador puede ser sustituida por la acción de otro docente o profesionista –incluso en desarrollo–, con conocimientos tecnológicos que promueva un aprendizaje cooperativo alentando la tutoría entre pares. También consideramos que el docente encuentra acceso al conocimiento tecnológico mediante las redes sociales virtuales, donde hay tutoriales de los cuales puede aprender.

Se infiere que los escenarios donde puede funcionar la propuesta tienen que ver con la capacitación del docente. Esto debido a el interés que tiene el profesor en su desarrollo profesional docente, y del aprendizaje que considera útil y de aplicación inmediata en el aula. De esta manera se muestra un esquema (Figura 16) con los aspectos sobresalientes (SEP, 2017) en los escenarios que favorecen a la propuesta:

- Desarrollo profesional docente.
- Los propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Tecnología para la Educación Secundaria.
- La autonomía curricular.
- Aprendizaje cooperativo.

**Figura 16.** Esquema de escenarios de la Propuesta de mediación tecnológica.



La última pregunta es: *¿Qué resultados se logran con la implementación de la propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker y lograr el cambio de la práctica docente de los profesores de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria?*

Primer resultado. La investigación dejó ver profesores comprometidos, resilientes y predispuestos al cambio, en pro de desarrollar mejor su labor como docentes. Coincidimos en la opinión de Fernández (2018) sobre lo que ocurre en tener una mentalidad Maker, concebida al apropiarse de la Cultura Maker: el docente, al identificarse con la filosofía de dicha cultura, se siente parte de la comunidad, la cual lo apoya y brinda confianza para poner en práctica sus habilidades y desarrollar los artilugios que él mismo crea, en una práctica de acción y reflexión de su actuar para su labor como docente. Al sentirse integrado a la comunidad Maker, el docente creó una identidad y una actitud, la cual se deja ver en ellos debido a una disposición creativa que lo transforma en protagonista activo para la búsqueda de soluciones en su entorno.

Si bien los resultados indican que, de acuerdo con la implementación de la capacitación de docente, algunos emprenden acciones con acompañamiento de un agente cooperador, en otros

casos es suficiente con la capacitación para que los docentes sean agentes de cambio. Es decir, los profesores se adaptan al contexto y situaciones particulares en sus centros de trabajo, pero logran acciones de cambio en su práctica docente.

No fue posible controlar algunos elementos, como la resistencia al cambio, primero por el propio docente, después por los coordinadores y dirección de las escuelas. De acuerdo con el docente, estos no brindan el apoyo necesario para desarrollar otras formas de enseñar. De igual manera la falta de equipamiento que, en el mejor de los casos, los tienen, pero en condiciones no adecuadas de funcionamiento o están obsoletos.

Con el diseño de investigación propuesto, destaca el inicio de la acción del docente. Entró en la búsqueda de la mejora de su práctica docente, a través de reflexionar su acción. Estos elementos redirigieron su actuar en diversos sentidos e incluso allegarse, si lo consideraba necesario, de sujetos como agentes cooperadores para fortalecer y modificar su acción a diario.

Segundo resultado. Restrepo (2004) menciona que otras investigaciones con este diseño permitieron lograr hallazgos similares. En esta investigación se destacan: *experiencia de colaboración con sus colegas; impulsa la capacidad investigativa en los participantes; logra una autonomía profesional; relaciona práctica y teoría; establece una relación nueva y más estrecha entre maestro y alumno; desarrolla la tutoría entre pares y autocrítica su práctica pedagógica.*

El conocimiento de la Ciencia y la Tecnología contribuyen significativamente a la vida personal, social y profesional de los individuos, por lo que la comprensión de la Ciencia y la Tecnología son parte fundamental para la preparación para la vida de los jóvenes. De esta manera la competencia científica figura como un componente clave y representa un objetivo para la educación del alumnado de quince años (OCDE, 2017).

Tercer resultado. *La propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker por parte del docente de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria se*

muestra en Figura 17, donde se plantean los pasos que debe seguir un docente para lograr una acción en su aula. A diferencia de la Figura 7, aquí no se plantean los ciclos dado que no se contempla la presencia del investigador.

Da inicio con la reflexión e identificación de las necesidades para la enseñanza, por parte del docente o el conjunto de profesores que coincidan en un interés común. El primer bucle consiste en la capacitación del docente. El segundo bucle está determinado por la acción del docente. Ambos se desarrollan en las fases de planeación, implementación y reflexión del docente o docentes, según sea el caso.

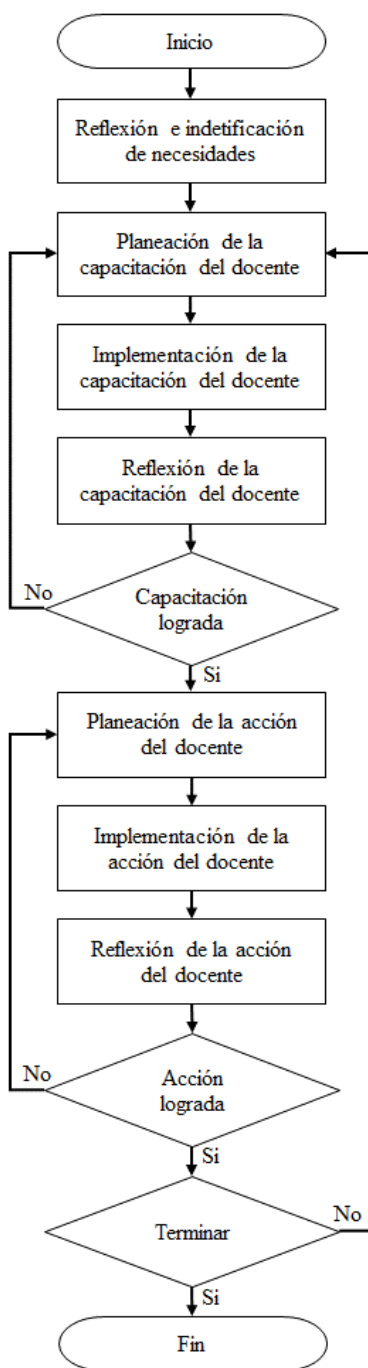
El primer bucle inicia con la fase de planeación de la capacitación del docente, proceso donde gestiona forma, tiempo y espacio donde esta se llevará a cabo. Así, un primer momento está determinado por la búsqueda de otro u otros profesionistas en los que pueda apoyarse para acceder a los conocimientos tecnológicos que complementaran a los suyos. En un segundo momento planeará cuándo y dónde se realizará la capacitación del docente.

La segunda fase es la implementación de la capacitación del docente. La tercera es la reflexión de su capacitación. Al finalizar esta fase, se determinará si se logró el objetivo o requiere replantear su capacitación.

Al terminar la capacitación, el proceso continúa con la acción del docente. Inicia con la planeación de su acción en el aula. En esta fase se desarrolla la gestión de tiempos, espacios y autorización de la dirección y padres de familia, según sea el caso. La siguiente fase de implementación de la acción del docente se desarrolla en el aula, donde se ejecuta lo planeado. Finaliza en una tercera fase de reflexión de la acción del docente. Esta fase sirve para determinar los aspectos de mejora para desarrollar una nueva acción en el aula o dirigir esfuerzos en replantear aspectos de su capacitación, si lo considera necesario. De esta manera, se visualiza la búsqueda de

la mejora en cada uno de los bucles, tanto dentro de ellos como en todo el proceso de mediación tecnológica propuesto.

**Figura 17.** *Propuesta de mediación tecnológica.*



## 5.9. Productos obtenidos de la investigación

Se tienen aportes hacia la comunidad científica (Ver Tabla 29).

**Tabla 29.** *Productos obtenidos de la investigación.*

Título de la publicación	Tipo de publicación	Estatus	Evidencia
Taller Docente Maker para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en la Educación Secundaria	Memorias de congreso. Eduaction Miami 2018	Publicado	Domínguez-González et al. (2018).
Cultura Maker: el valor que tiene compartir lo que sabes hacer	Artículo de divulgación. Revista Ciencia UANL	Aceptado	Informe de aceptado por correo electrónico. 28 de septiembre 2020.
Cultura Maker en el aula para cambiar la práctica docente en Educación Secundaria	Congreso. V Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano Computador	Presentado	Constancia. 19 de junio de 2019.
Práctica docente apoyada en la Cultura Maker para Educación Secundaria	Artículo arbitrado. Revista Campus Virtuales	Publicado	Domínguez-González et al. (2019).
Mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker en Educación Secundaria	Artículo arbitrado. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)	En proceso	Informe de aceptado en primera ronda por correo electrónico. 5 de mayo de 2021.

## 6. Conclusiones

Este trabajo consistió en una investigación cualitativa con diseño de investigación-acción para promover hacia los docentes las ideas y conocimientos de la Cultura Maker, inicialmente de las áreas de electrónica y robótica con la cooperación del investigador. Además, estimular la apropiación de esta cultura y generar, junto al contenido de su materia, una propuesta de acción para cambiar su práctica docente.

La pregunta de investigación general *¿Cómo crear una alternativa de cambio en la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria apoyada en la Cultura Maker?* se responde con la **Propuesta de mediación tecnológica** planteada en la sección 5.8 Discusión de resultados (Figura 17). La propuesta consta de dos bucles: el primero para la capacitación del docente y el segundo para la acción del docente en el aula. Ambos se integran por las fases de: planeación, implementación y reflexión para dar lugar al desarrollo de nuevas acciones por parte del docente.

A partir de los resultados obtenidos se concluye que se cubrió el **objetivo general**: *Crear una propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker, para fomentar el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencias y Tecnología de Educación Secundaria.*

El proceso para lograrlo consistió en alcanzar tres objetivos específicos.

**Primer objetivo:** *identificar los elementos para desarrollar una propuesta de mediación tecnológica, apoyada en la Cultura Maker, y promover el cambio en la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria.* El cual, está dirigido a establecer el marco-teórico conceptual del presente trabajo.

La investigación partió de un planteamiento inicial del marco teórico-conceptual, que evolucionó al involucrarse otros elementos a largo de la investigación. Primero, con el modelo



tecno-pedagógico TPACK que marcó el referente para definir los campos de acción del docente con los conocimientos del contenido y pedagógico, y el área con oportunidad de cooperación del investigador con el conocimiento tecnológico.

Después, la andragogía, por las consideraciones tomadas en cuenta por el investigador, sobre el conocimiento a los que se apertura el docente –citados en síntesis por la relevancia del tema–, el respeto a la experiencia que posee, la aplicación inmediata del conocimiento y la diferencia en la retención del adulto.

Por último, la teoría de aprendizaje del construccionismo, en la cual el docente encuentra significado tanto de su aprendizaje como para la alternativa de cambio planteada a sus alumnos. Lo anterior, a través de la construcción de artefactos que, con la Cultura Maker, encuentra su alcance en los elementos de apoyo para el cambio y acción, basado en crear y compartir tecnología y así aprender a crear, recrear y adaptar lo hecho por otros a su contexto.

Es así como se cumple el primer objetivo al identificar el *modelo TPACK*, la *Andragogía*, el *Construccionismo* y la *Cultura Maker*, como los elementos necesarios para desarrollar la propuesta deseada.

**Segundo objetivo:** *diseñar una propuesta de mediación tecnológica para promover la apropiación de la Cultura Maker por parte del docente de Ciencia y Tecnología en Educación Secundaria, con un diseño metodológico de investigación-acción.* Con este objetivo, se busca establecer el diseño metodológico a seguir en la investigación, para dar lugar a la generación con rigor científico de la propuesta que se menciona.

Además, se sustenta en una investigación cualitativa orientada al cambio, con diseño de investigación-acción basado en planear, implementar y reflexionar. El proceso se desarrolla de forma cíclica para la búsqueda del cambio y la mejora de la práctica docente.

Este objetivo se cumple con la *Propuesta de mediación tecnológica* mencionada líneas arriba.

**Tercer objetivo:** *estructurar los resultados de la implementación de la propuesta de mediación tecnológica tras la apropiación de la Cultura Maker, para el cambio de la práctica docente del profesor de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria.* Con este objetivo, se buscó organizar los hallazgos en virtud de entender el fenómeno estudiado y compartirlos con la comunidad.

**Los aportes de este trabajo** se reconocen en tres dimensiones:

- Un glosario relacionado con la Cultura Maker (Tabla 18), derivado del discurso de los participantes, que puede servir de marco para investigaciones siguientes, como en nuestro caso que nos permitió hacer triangulaciones y ayudo a comprender el fenómeno estudiado.
- La importancia de una *Propuesta de mediación tecnológica*, que retoma la visión de la Andragogía para los cursos de formación docente.
- La relación entre la formación docente y la Cultura Maker, que fue evidenciada a partir de las redes conceptuales del análisis, lo cual no lo habíamos visto hasta este momento en la literatura.

Con estos aportes y los trabajos publicados, como se reporta en la sección 5.9, se cumple el tercer objetivo.

Con la experiencia resultante de este trabajo, tenemos las siguientes **conclusiones**:

**Es importante visualizar al docente como un adulto que aprende** para cualquier actividad que tiene que ver con su capacitación, lo cual se verifico en la codificación que nos mostró esta relación. La apertura del docente para planear y desarrollar su propia estrategia de acción

proviene de los elementos de juicio que el docente ejerce por su experiencia en el aula. El hecho de que la investigación y la propuesta de cambio tomen en cuenta su realidad en el aula fue un atractivo para participar.

**La tutoría entre pares propicia el aprendizaje.** El docente aprende de otros docentes y se motiva al tener claro el proceso propuesto. En la etapa de capacitación algunos tenían mayor conocimiento técnico (electrónica, uso de herramientas, etc.) lo que permitió que comprendieran el proceso para hacer un robot rápidamente, por lo que terminaban más pronto la actividad y de manera espontánea comenzaron a ayudar a los compañeros rezagados. Estos a su vez se sintieron acompañados en el proceso lo que les dio mayor seguridad para realizar la actividad. Al terminar el taller se dieron cuenta de que estaba a su alcance usar la tecnología y los conocimientos relacionados con este uso, para aprender y entonces se sentían empoderados para aplicar lo aprendido en su salón de clases. El análisis mediante la codificación evidenció estas afirmaciones.

**La apropiación de la Cultura Maker hace más atractivo el cambio de la práctica docente hacia la enseñanza mediada por tecnología.** La investigación no buscaba una innovación tecnológica, ni tampoco le bastaba proponer actividades con tecnología en el aula porque ya es una práctica para algunos profesores, más bien se buscaba plantear a los docentes una alternativa para la búsqueda de actividades y medios para aprender con la tecnología lo cual se logró presentándoles los elementos de la Cultura Maker. En el análisis de las entrevistas el docente comentó el interés de los alumnos por este tipo de actividades, que también se evidenció en los códigos derivados de los relatos por parte del docente y los alumnos, lo cual es un elemento importante para el docente: que lo que aprende lo aplique inmediatamente y sea útil en su práctica cotidiana.

**Apropiarse de la Cultura Maker favorece un cambio de la práctica docente.** A partir de la capacitación se logró que el profesor planeara una acción en el aula, apoyado en la Cultura

Maker, y se planteó así una forma diferente de enseñar. Dicha planeación la implementó y reflexionó sobre su acción acompañado por el investigador en todo este proceso. Posteriormente volvieron a realizar la planeación, implementación y reflexión de su acción en el aula de manera autónoma (ver Figura 14). Por otra parte, hubo profesores a los que les bastó la capacitación para realizar las etapas de planeación, implementación y reflexión de la acción del docente de manera independiente, evidenciando la apropiación de la Cultura Maker en su práctica docente sin necesidad de acompañamiento, un hallazgo no esperado por los investigadores (ver Figura 15).

### **Trabajo a futuro**

Con esta investigación tenemos una propuesta de cambio de la práctica docente mediada por tecnología usando la Cultura Maker, sustentada por la experiencia de profesores de escuelas de secundarias públicas conurbadas. Este trabajo adquiere relevancia porque hay pocos de este estilo, según la revisión sistematizada de la literatura, y por lo mismo se propone replicarlo en las mismas condiciones (nivel escolar, nivel socioeconómico, etc.) para verificar los hallazgos.

Otro trabajo a futuro es lograr aplicar la propuesta en otro tipo de escuelas tales como las rurales o las telesecundarias o incluso en otros niveles. Esperamos que se logren hallazgos, si bien no exactamente los mismos, similares.

También recomendaríamos analizar con más detalle el impacto de la propuesta de cambio en los estudiantes de los docentes participantes. Hay trabajos parecidos al aplicar actividades con tecnología en el aula, pero no que no estén apoyada en una propuesta sobre el docente como la hemos planteado.

### **Reflexión final**

Tenemos una reflexión final basada en la experiencia de haber hecho esta investigación. Pensamos que es de suma importancia la cooperación de la universidad, con su estructura académica, para desarrollar investigación educativa aplicada, que fortalezca el aprendizaje de

estudiantes interesados en involucrarse en campos de acción reales; como ocurrió en esta investigación que impactó no solo a los docentes, sino también a las comunidades de sus respectivas escuelas, vinculando así la universidad con la sociedad, resultando beneficioso para todos los implicados.

## Referencias

- Aguilar, S. y Barroso, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 1(47), 73-88.  
<https://www.redalyc.org/pdf/368/36841180005.pdf>
- Badilla, E. y Chacón, A. (2004). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Actualidades investigativas en educación*, 4(1).  
<http://revista.inie.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/41/40>
- Bautista, N. (2011). *Proceso de la investigación cualitativa: Epistemología, metodología y aplicaciones*. 1a ed. Colombia: El Manual Moderno.  
<https://marcoquiroz.files.wordpress.com/2018/08/procesodelainvestigacioncualitativa-150503225900-conversion-gate02.pdf>
- Bizagi. (2021). *Bizagi Modeler Modelado de procesos poderoso e intuitivo*. Recuperado el 25 de marzo de 2021 de <https://www.bizagi.com/es/plataforma/modeler>
- BUAP. (2019). *Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos: Líneas de investigación*. Recuperado el 26 febrero de 2019 de <http://www.dgie.buap.mx/dsae/index.php/lineas-de-investigacion?showall=&limitstart=>
- Cabero, J., Roig-Vila, R. y Mengual-Andrés, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, 32(1). 73-84.  
<http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/16981/pdf>
- Canales, M. (2006). *Metodología de investigación social: introducción a los oficios*. 1a ed. Santiago de Chile: Lom.

- Cohen, J. (2017). Maker Principles and Technologies in Teacher Education: A National Survey. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(1), 5-30.  
[https://scholarworks.gsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=ltd\\_facpub](https://scholarworks.gsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=ltd_facpub)
- Cohen, J., Jones, W., Smith, S. & Calandra, B. (2017). Makification: Towards a Framework for Leveraging the Maker Movement in Formal Education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 26(3), 217-229. <http://eric.ed.gov/?id=EJ1143094>
- Cohen, L. y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Editorial La Muralla. Madrid.
- Colmenares, A. y Piñero, M. (2008). La investigación acción una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, 14(27), 96-114.  
[http://www.digital.ciecas.ipn.mx/docs\\_innova/pdfs/u4\\_2\\_investigacion-accion\\_educ.pdf](http://www.digital.ciecas.ipn.mx/docs_innova/pdfs/u4_2_investigacion-accion_educ.pdf)
- Cornejo, M. (2006). El enfoque biográfico: trayectorias, desarrollos teóricos y perspectivas. *PSYKHE*, 15(1), 95-106.  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-22282006000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22282006000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Creswell, J. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Estados Unidos: SAGE Publications.
- Domínguez-González, M., Mocencahua-Mora, D. y Cuevas-Salazar, O. (2018). *Taller Docente Maker para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en la Educación Secundaria*. Innovación, Tecnología y Liderazgo en los entornos educativos, pp. 169-179. Humboldt International University, EU

- Domínguez-González, M., Mocencahua-Mora, D. y González-Calleros, J. (2019). Práctica docente apoyada en la Cultura Maker para Educación Secundaria. *Campus Virtuales*, 8(2), 35-46. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/journal/15/3.pdf>
- Dorio, I., Sabariego, M. y Massot, I. (2009). Características generales de la metodología cualitativa. En R. Bisquerra (ed.), *Metodología de la investigación educativa*, (pp. 275-292). Universidad de Barcelona.
- ECURED. (2020). *Computación*. Recuperado el 8 de octubre de 2019 de <https://www.ecured.cu/Computaci%C3%B3n>
- Fasce, E. (2006). Andragogía. *Revista de Educación en Ciencias de la Salud*, 3(2), 69-70. <http://www2.udec.cl/ofem/recs/anteriores/vol322006/esq32.pdf>
- Fernández, J. (2018). *Cómo son los alumnos de mentalidad Maker. Escuela de experiencias, inspiración para educadores del Siglo XXI*. Recuperado el 22 noviembre de 2018 de <https://escueladeexperiencias.com/como-son-los-alumnos-de-mentalidad-maker/>
- Fernández, L. (2006). *¿Cómo analizar datos cualitativos? Recerca*. Recuperado el 21 de septiembre de 2019 de <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha7-cast.pdf>
- Flores-Camacho, F. (2012). *La enseñanza de la Ciencia en la educación básica en México*. México: INEE. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1C227.pdf>
- Forest, C., Moore, R., Jariwala, A., Fasse, B., Linsey, J., Newstetter, W., Ngo, P. & Quintero, Ch. (2014). The invention studio: A university maker space and culture. *Advances in Engineering Education*, 4(2), 1-32. <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol04/issue02/papers/AEE-14-1-Forest.pdf>



- García-Cabrero, B., Loredó, J. y Carranza, G. (2008). Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(especial). <http://redie.uabc.mx/NumEsp1/contenido-garcialoredocarranza.html>
- Gerstein, J. (2016). Becoming a Maker Educator. *Techniques: Connecting Education & Careers*, 91(7), 14-19.  
[https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1148&context=edtech\\_facpubs](https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1148&context=edtech_facpubs)
- Gil, J. (2011). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hidalgo, L. (2005). *Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas*. Recuperado el 19 de mayo de 2018 de <http://www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf>
- Hipercubo. (2017). *Hipercubo FCE BUAP*. Recuperado el 23 de noviembre de 2017 de <https://hiperc.wordpress.com/acerca-de/>
- INEE. (2013). *Base de datos PISA*. Recuperado el 3 de octubre de 2017 de <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/bases-de-datos-pisa/1959-que-es-pisa>
- Kafai, Y., Fields, D. & Searle, K. (2014). Electronic Textiles as Disruptive Designs: Supporting and Challenging Maker Activities in Schools. *Harvard Educational Review*, 84(4), 532-556. <http://hepgjournals.org/doi/10.17763/haer.84.4.46m7372370214783?code=hepg-site>

- Katayama, R. (2014). *Introducción a la Investigación Cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Perú: Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Lakind, A. (2017). Public Libraries as Sites of Collision for Arts Education, the Maker Movement, and Neoliberal Agendas in Education. *Journal for Learning through the Arts*, 13(1).  
<https://cloudfront.escholarship.org/dist/prd/content/qt84r228xm/qt84r228xm.pdf?t=pg1qv>  
t
- Latorre, A. (2009). La investigación acción. En R. Bisquerra (ed.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 369-394). Universidad de Barcelona.
- Lee, M. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1). <https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol5/iss1/4/>
- Lundberg, M. & Rasmussen, J. (2018). Foundational Principles and Practices to Consider in Assessing Maker Education. *Journal of Educational Technology*, 14(4), 1-12.  
<https://search.proquest.com/openview/b94ae020f5d38ffb9dcc6d86bce8bdeb/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2030628>
- Martínez, R. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*. España: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3), 613-619.  
<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n3/v17n3a06.pdf>

Massot, I., Dorio, I. y Sabariego, M. (2009). Estrategias de recogida y análisis de la información.

En R. Bisquerra (ed.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 329-366).

Universidad de Barcelona.

MAXQDA. (2018). *MAXQDA The Art of Data Analysis*. Recuperado el 11 de febrero de 2019 de

<https://es.maxqda.com/>

May, S. & Clapp, E. (2017). Considering the Role of the Arts and Aesthetics within Maker-

Centered Learning. *Studies in Art Education*, 58(4), 335-350.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00393541.2017.1368287>

Muñoz, H. (2016). Mediaciones tecnológicas: nuevos escenarios de la práctica pedagógica.

*Praxis & Saber*, 7(13). 199-221. <http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v7n13/v7n13a10.pdf>

Nascimento, S. & Pólvora, A. (2018). Maker Cultures and the Prospects for Technological

Action. *Science and Engineering Ethics*, 24(3), 927-946.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-016-9796-8>

Niemeyer, D. & Gerber, H. (2015). Maker culture and Minecraft: implications for the future of

learning. *Educational Media International*, 52(3), 216-226.

<https://doi.org/10.1080/09523987.2015.1075103>

OCDE. (2016). *Programa para la evaluación internacional de alumnos PISA 2015 resultados*.

Recuperado el 3 de octubre de 2017 de [https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-](https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf)

[ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf)

OCDE. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura,*

*Matemáticas y Ciencias, Versión preliminar*. Paris. OECD Publishing.

- Peppler, K. & Bender, S. (2013). Maker movement spread innovation one project at a time. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 22-27.  
[http://www.kyliepeppler.com/Docs/2013\\_Peppler\\_Maker\\_Movement.pdf](http://www.kyliepeppler.com/Docs/2013_Peppler_Maker_Movement.pdf)
- Pérez, M. (2017). La importancia del concepto de intervención educativa. *Revista Educarnos*. Recuperado el 11 de diciembre de 2018 de <https://revistaeducarnos.com/la-importancia-del-concepto-de-intervencion-educativa/>
- Petersen, K., Vakkalanka, S. & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64(S/N), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- RAE. (2018). *Diccionario de la lengua española*. 23a. ed. España: Real Academia Española. Recuperado el 8 de octubre de 2019 de <https://dle.rae.es/>
- Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, 7(1), 45-55. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400706>
- Rodríguez, S., Herráiz, N., Prieto, M., Martínez, M., Castro, I. y Bernal, S. (2011). *Investigación-acción. Métodos de investigación en Educación Especial*. Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de [https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/IA.\\_Madrid.pdf](https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/IA._Madrid.pdf)
- Sabariego, M. y Bisquerra, R. (2009). El proceso de investigación (parte 1). En R. Bisquerra (ed.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 89-125). Universidad de Barcelona.
- SEP. (2014). *Manual para Implementar la Tutoría entre Pares (Alumno-Alumno) en Planteles de Educación Media Superior*. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 8 de octubre de 2019 de

[http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11390/2/images/yna\\_manual\\_4.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11390/2/images/yna_manual_4.pdf)

SEP. (2017). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral Plan y programas de estudio para la educación básica*. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 8 de enero de 2018:

[http://www.aprendizajesclave.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES\\_CLAVE\\_PARA\\_LA\\_EDUCACION\\_INTEGRAL.pdf](http://www.aprendizajesclave.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf)

Snake-Beings, E. (2018). Maker Culture and DiY technologies: re-functioning as a Techno-Animist practice. *Continuum*, 32(2), 121-136.

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10304312.2017.1318825?needAccess=true>

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquia.

Suárez, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 1(1), 40-56.

[http://reec.educacioneditora.org/volumenes/volumen1/REEC\\_1\\_1\\_3.pdf](http://reec.educacioneditora.org/volumenes/volumen1/REEC_1_1_3.pdf)

Tesconi, S. (2015). Crear artefactos para generar conocimiento compartido: el modelo de aprendizaje del movimiento maker como herramienta de formación del profesorado.

*Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 284, 40-47.

[https://www.researchgate.net/publication/283205995\\_Crear\\_artefactos\\_para\\_generar\\_conocimiento\\_compartido\\_El\\_modelo\\_de\\_aprendizaje\\_del\\_movimiento\\_maker\\_como\\_herramienta\\_de\\_formacion\\_del\\_profesorado](https://www.researchgate.net/publication/283205995_Crear_artefactos_para_generar_conocimiento_compartido_El_modelo_de_aprendizaje_del_movimiento_maker_como_herramienta_de_formacion_del_profesorado)

- Vallejo, M. (2015). Confiabilidad y validez de la investigación cualitativa. *Revista Fedumar Pedagogía y Educación*, 2(1), 7-10. <https://www.umariana.edu.co/ojs-editorial/index.php/fedumar/article/download/817/744>
- Valles, M. (1999). *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Walker, M. y Montero, L. (2004). Principios Generales de educación de adultos. *Rev Child Med Fam*, 5(2), 65-71. <http://revista.sochimef.org/index.php/revchimf/article/view/129/129>
- Xiang-Ming, Z. & Kuo-Kuang, F. (2016). A New Perspective on Design Education: A "Creative Production-Manufacturing Model" in "The Maker Movement" Context. *Euroasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 12(5), 1389-1398. <http://www.ejmste.com/A-New-Perspective-on-Design-Education-A-Creative-Production-Manufacturing-Model-in-The-Maker-Movement-Context,61181,0,2.html>

## Apéndices

### Apéndice A. Reconocimiento del taller de capacitación del investigador



El participante ha demostrado la capacidad de comprender las aplicaciones teóricas y prácticas de los siguientes temas dentro del entorno de trabajo educativo a un nivel introductorio.

- i. Educación y la nueva Economía.
- ii. El nuevo Modelo Educativo
- iii. El marco del aprendizaje en el Siglo XXI. (Creatividad, Comunicación, y Colaboración).
- iv. Las lecciones que podemos aprender de los Juegos para el Desarrollo del Currículum.
- v. El Internet de las Cosas y su aplicación en mercados emergentes.
- vi. Movimiento Maker.
- vii. Educación Maker,
- viii. Makerspaces.
- ix. La enseñanza a través del Constructivismo/Construccionismo.
- x. La enseñanza a través del Design Thinking.
- xi. La enseñanza a través del Tinkering.
- xii. Arduino y C. Forma y función.
- xiii. Impresión en 3D (Modelaje a Slicing a Impresión)

**ACREDITADO**

## Apéndice B. Convocatoria del taller de capacitación de docentes del evento 1



# Taller Docente Maker

## ¿PARA QUIÉN ES ESTA ACTIVIDAD?

Este taller está abierto para docentes de secundaria con interés en enseñar de forma lúdica temas de ciencia y tecnología.

## ¿QUÉ VAMOS A HACER?

En este taller buscamos introducir a los participantes en la Cultura Maker: hazlo tú mismo, hazlo con otros y haz tecnología. Conoceremos algunos componentes electrónicos, su montaje y haremos ejercicios básicos con Arduino.

## FECHAS DEL TALLER

Cuatro sesiones los sábados en el horario de 9 a 14 horas, los días 10, 17, 24 de febrero y 3 de marzo de 2018. En la sala virtual de la DGIE en la BUAP, Ciudad Universitaria, ubicada en: Av. San Claudio SN, Jardines de San Manuel, Puebla, Pue.

## INSCRIPCIÓN

Este taller no tendrá costo, solo será necesario que cada participante se registre, llevar laptop y materiales que se indiquen para cada proyecto.

Cupo limitado

Este taller ha sido diseñado por el Maestro Martín Domínguez y el Dr. Daniel Mocencahua, como actividad integradora de nuestro proyecto de investigación del doctorado en sistemas y ambientes educativos de la BUAP.

Para informes ó registro, envíanos un mensaje con tu nombre completo, escuela donde impartes clases y materia que impartes, al correo: martin.dominguezg@alumno.buap.mx

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1549014951879133&set=pcb.1549015355212426&type=3&theater>



## **Apéndice C. Presentaciones del taller de capacitación de docentes**

### Sesión 1

[https://drive.google.com/file/d/1\\_d0wSWpjLWBTQoy43DFQ549N5yOVRKRp/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1_d0wSWpjLWBTQoy43DFQ549N5yOVRKRp/view?usp=sharing)

### Sesión 2

[https://drive.google.com/file/d/1wFqB\\_qbC18fp65NaQrrvsY0Pwk\\_o8v9b/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1wFqB_qbC18fp65NaQrrvsY0Pwk_o8v9b/view?usp=sharing)

### Sesión 3

[https://drive.google.com/file/d/1kyJfX4RvNj4JGVzEYZ\\_cXwliMl8yPzn\\_/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1kyJfX4RvNj4JGVzEYZ_cXwliMl8yPzn_/view?usp=sharing)

### Sesión 4

<https://drive.google.com/file/d/1iZoXA79In06wAT74NJnNTc1N26wxAf0G/view?usp=sharing>

**Apéndice D. Constancia del taller de capacitación de docentes del evento 1**

## Apéndice E. Convocatoria del taller de capacitación de docentes del evento 2

Este taller ha sido diseñado por el Mtro. Martín Domínguez y el Dr. Daniel Mocencagua, como parte de las actividades de nuestro proyecto de investigación del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos de la BUAP, con el apoyo de la Escuela de Desarrollo de Habilidades Científicas y de Innovación.

# DOCENTE MAKER

## TALLER

### ¿PARA QUIÉN ES ESTA ACTIVIDAD?

Este taller está abierto para docentes de secundaria con interés en enseñar de forma lúdica temas de ciencia y tecnología.

### ¿QUÉ VAMOS A HACER?

En este taller buscamos introducir a los participantes en la Cultura Maker: hazlo tú mismo, hazlo con otros y haz tecnología. Conoceremos algunos componentes electrónicos, su montaje y haremos ejercicios básicos con Arduino.

### ¿CUÁNDO ES EL TALLER?

Los sábados 25 de agosto, 1.º y 22 de septiembre de 2018. En el horario de 9 a 14 horas, en el Centro Universitario de Servicios (CUOS) de la BUAP, ubicado en: Prolongación II Sur 4713, Col. Reforma Agua Azul, C.P. 72430, Puebla, Pue.

### INSCRIPCIÓN

El cupo es limitado. Este taller tiene un costo de recuperación de mil pesos que cubrirá el costo de materiales. Será necesario traer laptop y registrarse enviando un mensaje con su nombre completo, centro de trabajo y materia que imparte al correo: [innovacionciencia@correo.buap.mx](mailto:innovacionciencia@correo.buap.mx)

El pago debe ser realizado antes del inicio del taller y enviado al correo para completar su registro, a la siguiente cuenta bancaria.  
Nombre: BUAP VICERRECTORÍA INV. FONDO ESPECIAL  
Clabe interbancaria: 021650040086348913  
Cuenta: 4008634891  
Banco: HSBC



[https://www.buap.mx/sites/default/files/cartel\\_maker.jpg](https://www.buap.mx/sites/default/files/cartel_maker.jpg)

**Apéndice F. Constancia del taller de capacitación de docentes del evento 2****BUAP**

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

A través de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado  
otorga la presente

## CONSTANCIA

A: **Martín Santiago Domínguez González**

Por haber impartido el Taller

**Docente Maker**

Realizado los días 25 de agosto, 1, 8 y 22 de septiembre de 2018

Con una duración de 20 horas

"Pensar bien, para vivir mejor"  
H. Puebla de Z., a 29 de enero de 2019

  
Dr. Ygnacio Martínez Laguna  
Vicerrector

  
Dr. Carlos Contreras Cruz  
Director General de Educación Continua

**Apéndice G. Encuestas *Ciclo I***

1.- Datos generales:

Nombre completo

Dirección de correo electrónico

Sexo

Fecha de nacimiento

Edad

Teléfono de oficina con extensión

Teléfono celular

¿Egresado de BUAP?

Licenciatura en:

Posgrado en:

Institución donde trabaja actualmente

Turno

Puesto que desempeña

Tiempo de su experiencia como docente

Qué materia(s) imparte actualmente

Otras materias que ha impartido

¿Cómo se enteró de este taller?

¿Qué es lo que le motivó tomar este taller?

¿Ha participado en otro curso o taller similar? ¿Cuál? ¿En dónde?

¿Qué espera de este taller?

## 2. Cuestionario de la sesión 1

¿Qué entiende por Cultura Maker?

¿Cómo percibe la Cultura Maker en la educación?

¿Quedó claro para qué sirven los componentes electrónicos que usó?

¿Qué tan fácil fue armar el circuito electrónico en el *protoboard*?

¿Qué complicaciones tuvo al conectar los componentes electrónicos en el *protoboard*?

¿En cuánto tiempo armó el circuito en el *protoboard*?

¿Sabía soldar componentes electrónicos?

¿Qué tan fácil fue soldar los componentes electrónicos en la placa?

¿Qué complicaciones tuvo al soldar los componentes electrónicos en la placa?

¿En cuánto tiempo soldó los componentes electrónicos en la placa?

¿Ayudó a sus compañeros?

¿Lo ayudaron?

¿Quiénes le ayudaron?

¿Si volviera hacer la actividad, cree poder hacerlo sin ayuda?

¿Lo haría con tus alumnos?

¿Le parecieron fáciles las actividades de la sesión 1? Comparta su opinión

¿Qué parte de las actividades de la sesión 1 le resultó más difícil? ¿Por qué?

¿El interés por el tema está aumentando como resultado de este taller?

¿Tiene algún comentario o sugerencia? Coméntelo

## 3.- Cuestionario de la sesión 2

¿Qué elementos de la Cultura Maker considera aplicables en su práctica docente?

¿Cómo aplicaría la Cultura Maker en el aula?

Platícanos de su experiencia con Arduino

¿Qué le parecieron los proyectos de la página de Arduino?

Comparte cuál proyecto elegiría para hacerlo con sus alumnos ¿Por qué?

¿Qué tan fácil le fue conectar los componentes electrónicos con Arduino?

¿Qué tan fácil fue entender los programas que se usaron para hacer los ejercicios con Arduino?

¿De los ejercicios realizados, que otra aplicación le daría en la vida cotidiana?

¿Qué concepto le pareció más relevante de la sesión 2?

¿Considera que puede hacer los ejercicios con sus alumnos?

¿El interés por el tema está aumentando conforme avanza el taller?

¿Tiene algún comentario, crítica o sugerencia? Compártelo.

#### 4.- Cuestionario de la sesión 3

Platícanos sobre tu experiencia utilizando herramientas, como el taladro, pinzas y desarmadores.

¿Qué dificultades tuvo al realizar el montaje del robot?

¿En qué momentos y cómo trabajó en colaboración con sus compañeros?

¿Qué aplicación le puede dar al proyecto?

¿Lo haría con sus alumnos?

¿Qué considera que aprenderían sus alumnos con este tipo de actividades?

Platícanos en que tema, de la materia que imparte, considera que este tipo de actividades puede ayudar en su práctica docente

¿Considera que, con este tipo de actividades, sus alumnos podrían entender mejor lo que enseña?

¿Por qué?

¿Qué dificultades considera que puede tener en implementar este tipo de didáctica en su práctica docente?

¿El interés por el tema está aumentando conforme avanza el taller?

¿Tiene algún comentario, crítica o sugerencia? Compártelo.

#### 5.- Cuestionario de la sesión 4

¿Cuál es su opinión sobre el *Design Thinking* en educación?

¿Cuál es su opinión sobre el modelo tecno-educativo TPACK?

¿Qué consideras que debe hacer para lograr el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido?

¿Consideraría adoptar la Cultura Maker y aplicarla en su enseñanza con actividades didácticas con hardware? Si - ¿En qué pensó? No - ¿Por qué?

¿Comente sobre su experiencia en este taller?

¿Ha invitado a sus alumnos a compartir sus conocimientos e ideas, comente sus experiencias?

#### 6.- Cuestionario de valoración final

¿Considera que este taller le permite explorar otra forma de enseñanza? ¿Por qué?

¿Ha aprendido y comprendido los contenidos del taller?

¿El facilitador ha mostrado entusiasmo impartiendo este taller?

¿El facilitador ha sido dinámico y activo impartiendo este taller?

¿El facilitador consigue que sus presentaciones resulten amenas?

¿Las explicaciones del facilitador han sido claras?

¿El material del taller estaba bien preparado y se ha explicado cuidadosamente?

¿Los objetivos anunciados han coincidido con lo realmente ha enseñado, de manera que siempre he sabido hacia donde iba la cosa?



¿Con este taller me he animado a explorar más sobre la aplicabilidad de la Cultura Maker en mi práctica docente?

¿Tiene algún comentario? Compártelo.

**Apéndice H. Ítems de entrevista abierta *Ciclo I***

¿Cuéntenos sobre su experiencia del taller docente Maker?

¿Qué opina de la Cultura Maker?

¿Qué aspectos considera relevantes de la Cultura Maker para su práctica docente?

¿Cómo aplicaría la Cultura Maker en su práctica docente?

¿Por qué y dónde considera que podría aplicarlo?

¿De acuerdo con la escuela donde se desarrolla, qué facilidades o limitaciones considera que existen para adoptar la Cultura Maker en su práctica docente?

¿Ha realizado un cambio en su práctica docente?

Al saber de su participación en el taller docente Maker por parte de sus colegas docente ¿mostraron interés sobre el tema?

Cuéntenos algo más sobre su experiencia en el taller docente Maker

**Apéndice I. Ítems de entrevista abierta *Ciclo II***

¿Cuéntenos sobre su experiencia de adoptar la Cultura Maker en su práctica docente?

¿Qué aspectos consideró de la Cultura Maker para su práctica docente?

¿Qué lo motivó a hacerlo?

¿Cuáles fueron sus objetivos de emplear la Cultura Maker con sus alumnos?

¿Buscaba desarrollar algunas competencias en sus alumnos? ¿Cuáles son?

¿Considera que logró sus objetivos?

¿Cómo se sintió durante la implementación de las actividades planeadas?

¿Qué considera que hizo falta?

¿Qué considera que le deja esta experiencia en su práctica docente?

¿Qué nos puede comentar como reflexión?

¿Considera que cambió su forma de enseñar?

¿Qué visualiza más adelante?

## Apéndice J. Consentimiento informado



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA  
DOCTORADO EN SISTEMAS Y AMBIENTES EDUCATIVOS



### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Yo \_\_\_\_\_, madre, padre o tutor del alumno (a) \_\_\_\_\_ del curso de \_\_\_\_\_ y de \_\_\_\_\_ años de edad, acepto de manera voluntaria que se incluya a mi hijo/a como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: **Mediación Tecnológica apoyada en la Cultura Maker para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en educación secundaria**, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

- Su participación como alumno/a no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para él/ella en caso de no aceptar la participación.
- Mi hijo/a puede retirarse del proyecto si lo considero conveniente a mis intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión en la *Carta de Revocación* respectiva si lo considero pertinente; pudiendo si así lo deseo, recuperar toda la información obtenida de su participación.
- No recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de su participación.
- Doy mi consentimiento al investigador perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para el uso o la reproducción de las secuencias filmadas en video, fotografías o grabaciones de la voz que se realicen durante las clases, con el pleno conocimiento de que el contenido será utilizado exclusivamente para el análisis, desarrollo de la investigación y mejora de las clases, y no se utilizará para ningún otro propósito.
- Si en los resultados de su participación como alumno/a se hiciera evidente algún problema relacionado con su proceso de enseñanza – aprendizaje, se me brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio, información actualizada sobre el mismo a la investigador responsable.
- También tengo acceso a los datos del Director y Codirector de Tesis del proyecto de investigación, en caso de que tenga una duda sobre los derechos de mi hijo/a como participante en el estudio, en los siguientes teléfonos:

Dr. Daniel Mocencahua Mora,      Cúculo FCE2-219, Facultad de Ciencias de la Electrónica.  
Director de Tesis                      Tel. 01 (222) 229 55 00, ext. 7416.

Dr. Juan Manuel González Calleros,      Sótano del edificio CC03, cubículo 2, Facultad de Ciencias de la  
Codirector de Tesis                      Computación. Tel. 01 (222) 229 55 00, ext. 3923

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del padre, madre o tutor

## Apéndice K. Documentos del trabajo de campo

Del evento 1.

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Bitácora del investigador\Bitácora del investigador del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Encuesta a docentes\Encuesta 1 a docentes del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Encuesta a docentes\Encuesta 2 a docentes del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Encuesta a docentes\Encuesta 3 a docentes del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Encuesta a docentes\Encuesta 4 a docentes del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Encuesta a docentes\Encuesta 5 a docentes del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Encuesta a docentes\Encuesta 6 a docentes del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 1 del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 2 del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 3 del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 4 del TDM 1

Búsqueda de docentes - TDM 1 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 5 del TDM 1

Acción del docente 1 del TDM 1\Bitácora del investigador AD 1

Acción del docente 1 del TDM 1\Bitácora del docente AD 1

Acción del docente 1 del TDM 1\Bitácora de alumnos AD 1

Acción del docente 1 del TDM 1\Entrevista abierta al docente AD 1

Del evento 2.

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Bitácora del investigador\Bitácora del investigador del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Encuesta a docentes\Encuesta 1 a docentes del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Encuesta a docentes\Encuesta 2 a docentes del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Encuesta a docentes\Encuesta 3 a docentes del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Encuesta a docentes\Encuesta 4 a docentes del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Encuesta a docentes\Encuesta 5 a docentes del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Encuesta a docentes\Encuesta 6 a docentes del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 1 del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 2 del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 3 del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 4 del TDM 2

Búsqueda de docentes - TDM 2 - Entrevista abierta a docentes\Entrevista abierta al docente 5 del TDM 2

Acción del docente 2 del TDM 2\Bitácora del investigador AD 2

Acción del docente 2 del TDM 2\Bitácora del docente AD 2

Acción del docente 2 del TDM 2\Bitácora de alumnos AD 2

Acción del docente 2 del TDM 2\Entrevista abierta al docente AD 2

Acción del docente 3 del TDM 2\Bitácora del investigador AD 3 escuela 1

Acción del docente 3 del TDM 2\Bitácora del docente AD 3 escuela 1

Acción del docente 3 del TDM 2\Bitácora de alumnos AD 3 escuela 1

Acción del docente 3 del TDM 2\Entrevista abierta al docente AD 3 escuela 1

Acción del docente 3 del TDM 2\Bitácora del investigador AD 3 escuela 2

Acción del docente 3 del TDM 2\Bitácora del docente AD 3 escuela 2

Acción del docente 3 del TDM 2\Bitácora de alumnos AD 3 escuela 2

Acción del docente 3 del TDM 2\Entrevista abierta al docente AD 3 escuela 2

## Apéndice L. Codificación del trabajo de campo

Se describe con el siguiente formato de codificación: abierta / axial / selectiva

1. Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos
2. Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes
3. Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre alumnos
4. Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre docentes
5. Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata
6. Andragogía / Aprendizaje / Interés económico
7. Andragogía / Aprendizaje / Lento por la edad
8. Andragogía / Colaboración / Condicionada a una remuneración económica
9. Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Antes de la actividad
10. Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Después de la actividad
11. Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Durante la actividad
12. Clima organizacional / Alianzas estratégicas / Docente identifica alumnos que puedan apoyar a los demás
13. Clima organizacional / Aula / Muy ruidosa
14. Clima organizacional / Recursos materiales / Alumno expresa que se atrasan, por no cumplir con el material
15. Clima organizacional / Recursos materiales / El docente decide que los materiales permanecen en el aula
16. Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Al menos un integrante del equipo trabaja
17. Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Mayor iniciativa por parte de las alumnas
18. Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / No trabajan en equipo
19. Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Sobresale un líder que guía al equipo
20. Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Todos los miembros del equipo trabajan
21. Computación / Hardware / Al alumno le gusta ensamblar componentes
22. Computación / Hardware / Al alumno no le gusta ensamblar componentes

23. Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes
24. Computación / Hardware / Al alumno se le facilita el ensamble y conexión de componentes
25. Computación / Hardware / Al docente se le dificulta la interpretación de conexiones
26. Computación / Hardware / Interés del docente por los materiales y montajes electrónicos
27. Computación / Hardware / Mayor habilidad para el montaje de componentes por las alumnas
28. Computación / Software / El alumno muestra dificultades para programar
29. Computación / Software / El alumno muestra habilidades para programar
30. Control de grupo / Grupo con los tres niveles de secundaria / Descontrol debido a los alumnos desconocen las reglas
31. Control de grupo / Grupo numeroso / Cambio de actividad
32. Control de grupo / Grupo numeroso / Dirigirse al representante de equipo
33. Control de grupo / Grupo numeroso / Discurso motivador
34. Control de grupo / Grupo numeroso / El docente cambia alumnos de lugar
35. Control de grupo / Grupo numeroso / Falta de atención por ser muchos alumnos
36. Control de grupo / Grupo numeroso / Falta de tiempo
37. Control de grupo / Grupo numeroso / Uso de recursos tecnológicos
38. Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen
39. Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno de nuevas cosas
40. Cualidades humanas / Aprendizaje / Del docente de nuevas cosas
41. Cualidades humanas / Aprendizaje / El alumno lo entiende mejor al hacerlo prácticamente
42. Cualidades humanas / Atención / El alumno aplica el mínimo esfuerzo por la tarea
43. Cualidades humanas / Atención / El alumno no atiende la tarea
44. Cualidades humanas / Atención / El alumno no recuerda lo desarrollado en la clase anterior
45. Cualidades humanas / Atención / El alumno se da por vencido
46. Cualidades humanas / Atención / Mayor atención del alumno al estar más cerca del maestro
47. Cualidades humanas / Atención / Mayor atención del alumno por interés en el tema
48. Cualidades humanas / Atención / Mayor interés en conocer las cosas físicamente
49. Cualidades humanas / Autoexigencia / Del docente por terminar las actividades en su capacitación



50. Cualidades humanas / Autoexigencia / El alumno sugiere para lograr avanzar
51. Cualidades humanas / Confiabilidad / El docente se sintió con confianza de exponer la actividad
52. Cualidades humanas / Disposición / Del docente por terminar actividades en su capacitación
53. Cualidades humanas / Disposición / El alumno busca mejores espacios para desarrollar la actividad
54. Cualidades humanas / Disposición / El alumno logra la actividad a la primera
55. Cualidades humanas / Disposición / El alumno logra la actividad después de dos o más intentos
56. Cualidades humanas / Disposición / El alumno muestra gran expectativa por lograr la tarea
57. Cualidades humanas / Disposición / Falta de disposición para realizar las actividades
58. Cualidades humanas / Disposición / Los alumnos expresan gusto por el logro de la actividad
59. Cualidades humanas / Disposición / Mayor disposición por la tarea por parte de las alumnas
60. Cualidades humanas / Disposición / Poca disposición de compañeros docentes por capacitarse
61. Cualidades humanas / Elocuencia / Docente solicita a sus alumnos expresen su experiencia
62. Cualidades humanas / Solidaridad / Entre alumnos para el logro de la actividad
63. Emociones / Alegría / Del alumno por la actividad
64. Emociones / Alegría / Del docente por el logro de los alumnos
65. Emociones / Miedo / Del docente por no saber resolver dudas del alumno
66. Emociones / Miedo / El alumno expresa Incertidumbre por la actividad
67. Emociones / Miedo / El alumno expresa inseguridad por la actividad
68. Interacción social / Dentro de la escuela / Alumnos conviven y comparten emociones
69. Interacción social / Dentro de la escuela / Alumnos toman fotos y videos para mostrarlos a sus compañeros
70. Interacción social / Dentro de la escuela / Los alumnos juegan carreras con sus proyectos
71. Interacción social / Dentro de la escuela / Los alumnos no estaban dispuestos a compartir lo que hacían
72. Interacción social / Dentro de la escuela / Maestro presta herramienta para apoyar la actividad del docente
73. Interacción social / Dentro de la escuela / Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula
74. Interacción social / Dentro de la escuela / No hubo interés por otros maestros por el proyecto del docente
75. Interacción social / Dentro de la escuela / Otro maestro se interesa en la clase del docente
76. Interacción social / Dentro de la escuela / Otros alumnos se interesan por las actividades del docente
77. Interacción social / Entre docentes / Compartiendo anécdotas

78. Interacción social / Fuera de la escuela / Autoridades visualizan mostrar a escuelas primarias
79. Interacción social / Fuera de la escuela / Los alumnos muestran sensibilidad ante los problemas sociales
80. Interacción social / Fuera de la escuela / Los alumnos sacan fotos y videos para mostrar lo que hacen
81. Interacción social / Fuera de la escuela / Otro maestro se interesó por las actividades del docente
82. Motivación / Entusiasmo / Del alumno al hacer la actividad práctica
83. Motivación / Entusiasmo / Del docente al hacer la actividad en el aula
84. Motivación / Entusiasmo / Del docente por descubrir la aplicabilidad de la Cultura Maker
85. Motivación / Entusiasmo / Del docente por realizar este tipo de actividades
86. Motivación / Para interactuar / Con otros docentes
87. Motivación / Por aprender / Nuevas cosas para la práctica docente
88. Motivación / Por aprender / Sobre electrónica o robótica
89. Motivación / Por curiosidad / Sobre la Cultura Maker
90. Motivación / Promovida al alumno / Con videos para que los alumnos logren percibir mejor el tema
91. Motivación / Promovida al alumno / El docente cambia a una actividad práctica
92. Motivación / Promovida al alumno / El docente reitera la facilidad de realizar la actividad
93. Motivación / Promovida al alumno / Para levantar la autoestima de los alumnos
94. Práctica docente / Didáctica / El docente emplea recursos para que el alumno comprenda
95. Práctica docente / El fomento de cambio / Ideas que detonan al docente
96. Práctica docente / Reflexivo / Al alumno le gusta como es la clase del docente
97. Práctica docente / Reflexivo / Al alumno no le gusta la explicación del docente
98. Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente
99. Práctica docente / Reflexivo / Del docente que considera que la escuela no está preparada
100. Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación
101. Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre posibles accidentes en el aula
102. Práctica docente / Reflexivo / Los alumnos relacionan e identifican conceptos con su entorno
103. Práctica docente / Reflexivo / Por el docente en experiencias en el aula
104. Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El alumno no trae el material

105. Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El docente y alumnos reportan pérdida de materiales en el aula
106. Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / Los alumnos cumplen con el material que se pide
107. Recursos tecnológicos / Computadora / Falta de computadoras en buen estado
108. Recursos tecnológicos / Computadora / Pocas computadoras disponibles
109. Recursos tecnológicos / Computadora / Restricción de manejo de las computadoras del taller
110. Recursos tecnológicos / Internet / Falta de Internet
111. Recursos tecnológicos / Internet / Mala conexión de Internet
112. Recursos tecnológicos / Memoria USB / Los alumnos no cuentan con la memoria USB solicitada
113. Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto
114. Recursos tecnológicos / Proyector / Insuficientes equipos
115. Recursos tecnológicos / Telefonía celular / Los alumnos toman fotos de clase con su teléfono celular
116. Sentimientos / Apatía / Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad
117. Sentimientos / Apatía / Del alumno por desánimo
118. Sentimientos / Apatía / Del alumno presumible por contagio
119. Sentimientos / Frustración / Del docente por no poder solventar pronto las dudas del alumno
120. Sentimientos / Frustración / Del docente por no salirle a la primera
121. Sentimientos / Frustración / Por la falta de compromiso de alumnos
122. Sentimientos / Frustración / Por no entender del tema
123. Sentimientos / Frustración / Por no haber resultado a la primera
124. Sentimientos / Frustración / Por no lograr terminar la tarea
125. Sentimientos / Frustración / Que canaliza para lograr la tarea
126. Sentimientos / Gratitud / Del alumno por la ayuda del docente
127. Sentimientos / Gratitud / Del docente por el logro de sus alumnos
128. Sentimientos / Gratitud / Del padre de familia por las actividades que realiza el docente
129. Sentimientos / Satisfacción / De los alumnos por la actividad práctica
130. Sentimientos / Satisfacción / Del docente por la capacitación
131. Sentimientos / Satisfacción / Del docente por su acción

132. Sentimientos / Satisfacción / Por lo que está haciendo el alumno para culminar la tarea
133. Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos
134. Sinergia multidisciplinaria / Contenido de los programas de estudio / Los docentes no desarrollan proyectos en conjunto
135. Sinergia multidisciplinaria / Contenido de los programas de estudio / No hay libertad para desarrollar cursos de autonomía curricular
136. Tutoría entre pares / Alumnos / Aceptación por los alumnos para apoyar a los demás
137. Tutoría entre pares / Alumnos / Aceptación por los alumnos que son apoyados
138. Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos a apoyar a otros
139. Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad
140. Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia
141. Visión / De la dirección / Continúe el docente implementando este tipo de actividades
142. Visión / De la dirección / Limita al docente por la cuestión económica
143. Visión / De la dirección / Porque sus docentes se capaciten
144. Visión / Del alumno / Le gustaría aprender
145. Visión / Del alumno / Le gustaría hacer
146. Visión / Del alumno / Le gustaría participar en competencias
147. Visión / Expectativas del docente / Aprender conceptos tecnológicos
148. Visión / Expectativas del docente / Aprender cosas nuevas para la práctica docente
149. Visión / Expectativas del docente / Desmotivación debido a la negativa reiterada de sus autoridades
150. Visión / Expectativas del docente / El docente espera buenos resultados de su acción
151. Visión / Expectativas del docente / El docente percibe problemas en el sistema educativo
152. Visión / Expectativas del docente / El docente tuvo buenos resultados de su acción
153. Visión / Expectativas del docente / El docente visualiza otros proyectos
154. Visión / Expectativas del docente / Espera el trabajo colaborativo entre alumnos
155. Visión / Expectativas del docente / Fortalecer valores y la convivencia entre sus alumnos
156. Visión / Expectativas del docente / Incertidumbre por el nuevo plan de estudios
157. Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas

158. Visión / Expectativas del docente / Por un aprendizaje ligado a las emociones de sus alumnos
159. Visión / Expectativas del docente / Se limita para evitar accidentes en los alumnos

## Apéndice M. Codificación y número de expresiones *Ciclo I* evento 1

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones			Suma
	Bitácora del investigador	Cuestionario a docentes	Entrevista abierta a docentes	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes	2	7	0	9
Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre docentes	1	0	0	1
Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata	0	1	1	2
Andragogía / Aprendizaje / Interés económico	0	0	1	1
Computación / Hardware / Al docente se le dificulta la interpretación de conexiones	2	0	0	2
Computación/Hardware/Interés del docente por los materiales y montajes electrónicos	2	0	0	2
Cualidades humanas/Aprendizaje/Del docente de nuevas cosas	1	0	0	1
Cualidades humanas/Aprendizaje/El alumno lo entiende mejor al hacerlo prácticamente	0	7	0	7
Motivación/Entusiasmo/Del docente por descubrir la aplicabilidad de la Cultura Maker	0	0	1	1
Motivación/Entusiasmo/Del docente por realizar este tipo de actividades	1	0	0	1
Motivación/Para interactuar/Con otros docentes	0	3	0	3
Motivación/Por aprender/Nuevas cosas para la práctica docente	0	5	0	5
Motivación/Por aprender/Sobre electrónica o robótica	0	1	0	1
Motivación/Por curiosidad/Sobre la Cultura Maker	0	2	0	2
Práctica docente/Reflexivo/Del docente para su práctica docente	1	2	2	5
Práctica docente/Reflexivo/Del docente sobre la Cultura Maker en la educación	0	12	4	16
Práctica docente/Reflexivo/Del docente sobre posibles accidentes en el aula	0	0	3	3
Sentimientos/Frustración/Del docente por no salirle a la primera	1	0	0	1
Tutoría entre pares/Docentes/El docente se apoya con otro por su experiencia	2	4	0	6
Visión/Expectativas del docente/Aprender conceptos tecnológicos	0	2	0	2

Visión/Expectativas del docente/Aprender cosas nuevas para la práctica docente	0	6	0	6
Visión/Expectativas del docente/Desmotivación debido a la negativa reiterada de sus autoridades	0	0	1	1
Visión/Expectativas del docente/El docente percibe problemas en el sistema educativo	0	0	1	1
Visión/Expectativas del docente/Incertidumbre por el nuevo plan de estudios 2017	0	0	1	1
Visión/Expectativas del docente/La Cultura Maker para la solución de problemas	0	5	1	6
Visión/Expectativas del docente/Por un aprendizaje ligado a las emociones de sus alumnos	0	0	1	1
Visión/Expectativas del docente/Se limita para evitar accidentes en los alumnos	0	0	3	3
Suma	13	57	20	90

---

## Apéndice N. Codificación y número de expresiones *Ciclo II* docente 1 escuela 1 evento 1

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	3	2	24	0	29
Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre alumnos	1	0	1	0	2
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Después de la actividad	0	0	0	4	4
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Durante la actividad	0	4	0	2	6
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Al menos un integrante del equipo trabaja	5	0	0	0	5
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / No trabajan en equipo	0	2	0	0	2
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Sobresale un líder que guía al equipo	0	1	0	0	1
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Todos los miembros del equipo trabajan	1	1	0	0	2
Computación / Hardware / Al alumno le gusta ensamblar componentes	0	0	7	0	7
Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes	4	0	9	0	13
Computación / Hardware / Al alumno se le facilita el ensamble y conexión de componentes	3	0	2	0	5
Computación/Software/El alumno muestra dificultades para programar	0	1	6	0	7
Computación/Software/El alumno muestra habilidades para programar	0	0	1	0	1
Control de grupo/Grupo numeroso/Cambio de actividad	2	1	0	0	3
Control de grupo/Grupo numeroso/Dirigirse al representante de equipo	1	0	0	0	1
Control de grupo/Grupo numeroso/Discurso motivador	3	0	0	0	3



Control de grupo/Grupo numeroso/Falta de atención por ser muchos alumnos	0	2	0	1	3
Control de grupo/Grupo numeroso/Falta de tiempo	0	3	0	0	3
Control de grupo/Grupo numeroso/Usos de recursos tecnológicos	2	0	0	0	2
Cualidades humanas/Aprendizaje/Del alumno a través de lo que hacen	0	0	2	0	2
Cualidades humanas/Aprendizaje/Del alumno de nuevas cosas	0	0	22	0	22
Cualidades humanas/Aprendizaje/Del docente de nuevas cosas	0	0	0	0	0
Cualidades humanas/Aprendizaje/El alumno lo entiende mejor al hacerlo prácticamente	0	0	4	0	4
Cualidades humanas/Atención/El alumno aplica el mínimo esfuerzo por la tarea	0	3	1	0	4
Cualidades humanas/Atención/El alumno no atiende la tarea	2	1	0	0	3
Cualidades humanas/Atención/El alumno no recuerda lo desarrollado en la clase anterior	1	0	0	0	1
Cualidades humanas/Atención/El alumno se da por vencido	0	2	0	0	2
Cualidades humanas/Atención/Mayor atención del alumno al estar más cerca del maestro	1	0	0	0	1
Cualidades humanas/Atención/Mayor atención del alumno por interés en el tema	3	0	0	0	3
Cualidades humanas/Autoexigencia/El alumno sugiere para lograr avanzar	1	0	0	0	1
Cualidades humanas/Confianza/El docente se sintió con confianza de exponer la actividad	0	1	0	0	1
Cualidades humanas/Disposición/El alumno logra la actividad a la primera	2	0	4	0	6
Cualidades humanas/Disposición/El alumno logra la actividad después de dos o más intentos	0	0	28	0	28
Cualidades humanas/Disposición/El alumno muestra gran expectativa por lograr la tarea	0	0	35	0	35
Cualidades humanas/Disposición/Los alumnos expresan gusto por el logro de la actividad	0	0	38	0	38
Cualidades humanas/Elocuencia/Docente solicita a sus alumnos expresen su experiencia	1	0	0	0	1

Cualidades humanas/Solidaridad/Entre alumnos para el logro de la actividad	0	1	0	0	1
Emociones/Alegría/Del alumno por la actividad	0	0	0	1	1
Emociones/Alegría/Del docente por el logro de los alumnos	1	0	0	0	1
Emociones/Miedo/El alumno expresa Incertidumbre por la actividad	0	1	0	1	2
Emociones/Miedo/El alumno expresa inseguridad por la actividad	1	1	0	0	2
Interacción social/Dentro de la escuela/Alumnos conviven y comparten emociones	0	0	4	0	4
Interacción social/Dentro de la escuela/Alumnos toman fotos y videos para mostrarlos a sus compañeros	0	0	2	0	2
Interacción social/Dentro de la escuela/Los alumnos juegan carreras con sus proyectos	0	0	2	0	2
Interacción social/Dentro de la escuela/Los alumnos no estaban dispuestos a compartir lo que hacían	0	0	0	4	4
Interacción social/Dentro de la escuela/Maestro presta herramienta para apoyar la actividad del docente	1	0	0	0	1
Interacción social/Dentro de la escuela/No hubo interés por otros maestros por el proyecto del docente	1	0	0	0	1
Interacción social/Fuera de la escuela/Los alumnos muestran sensibilidad ante los problemas sociales	0	0	0	2	2
Interacción social/Fuera de la escuela/Los alumnos sacan fotos y videos para mostrar lo que hacen	1	0	2	0	3
Motivación/Promovida al alumno/El docente cambia a una actividad práctica	1	2	0	0	3
Motivación/Promovida al alumno/El docente reitera la facilidad de realizar la actividad	1	1	0	0	2
Práctica docente/El fomento de cambio/Ideas que detonan al docente	0	1	0	3	4
Práctica docente/Reflexivo/Por el docente en experiencias en el aula	0	0	0	3	3
Recursos tecnológicos/Computadora/Falta de computadoras en buen estado	3	0	1	0	4
Recursos tecnológicos/Computadora/Restricción de manejo de las computadoras del taller	1	0	0	0	1

Recursos tecnológicos/Internet/Falta de Internet	1	0	0	0	1
Recursos tecnológicos/Internet/Mala conexión de Internet	2	0	2	0	4
Recursos tecnológicos/Memoria USB/Los alumnos no cuentan con la memoria USB solicitada	1	0	0	0	1
Recursos tecnológicos/Proyector/El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyector	3	0	3	0	6
Recursos tecnológicos/Telefonía celular/Los alumnos toman fotos de clase con su teléfono celular	1	0	0	0	1
Sentimientos/Apatía/Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad	3	6	4	2	15
Sentimientos/Apatía/Del alumno por desánimo	1	1	0	0	2
Sentimientos/Apatía/Del alumno presumible por contagio	0	2	1	1	4
Sentimientos/Frustración/Por la falta de compromiso de alumnos	0	0	0	1	1
Sentimientos/Frustración/Por no entender del tema	0	0	1	0	1
Sentimientos/Frustración/Por no haber resultado a la primera	1	0	7	0	8
Sentimientos/Frustración/Por no lograr terminar la tarea	0	1	3	0	4
Sentimientos/Frustración/Que canaliza para lograr la tarea	0	0	1	1	2
Sentimientos/Satisfacción/Del docente por su acción	0	1	0	2	3
Sentimientos/Satisfacción/Por lo que está haciendo el alumno para culminar la tarea	4	3	2	0	9
Serendipia/Descubrimiento/El docente observa cambios positivos en los alumnos	0	1	1	0	2
Sinergia multidisciplinaria/Contenido de los programas de estudio/Los docentes no desarrollan proyectos en conjunto	0	0	0	3	3
Sinergia multidisciplinaria/Contenido de los programas de estudio/No hay libertad para desarrollar cursos de autonomía curricular	0	0	0	1	1
Tutoría entre pares/Alumnos/Aceptación por los alumnos para apoyar a los demás	0	0	6	0	6
Tutoría entre pares/Alumnos/Aceptación por los alumnos que son apoyados	0	0	8	0	8

Tutoría entre pares/Alumnos/El docente pide a los alumnos a apoyar a otros	2	1	0	0	3
Tutoría entre pares/Alumnos/Los alumnos lograron terminar la actividad	1	1	22	1	25
Visión/Expectativas del docente/El docente espera buenos resultados de su acción	0	3	0	14	17
Visión/Expectativas del docente/El docente tuvo buenos resultados de su acción	0	0	0	15	15
Suma	67	51	256	62	436

---

## Apéndice O. Codificación y número de expresiones *Ciclo I* evento 2

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones			Suma
	Bitácora del investigador	Cuestionario a docentes	Entrevista abierta a docentes	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes	2	7	0	9
Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata	0	4	4	8
Andragogía / Aprendizaje / Lento por la edad	1	0	0	1
Andragogía / Colaboración / Condicionada a una remuneración económica	0	0	1	1
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Antes de la actividad	0	0	2	2
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Después de la actividad	0	0	1	1
Computación / Hardware / Interés del docente por los materiales y montajes electrónicos	1	0	0	1
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen	0	7	1	8
Cualidades humanas / Autoexigencia / Del docente por terminar las actividades en su capacitación	1	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / Del docente por terminar actividades en su capacitación	1	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / Poca disposición de compañeros docentes por capacitarse	0	0	3	3
Interacción social / Dentro de la escuela / Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula	0	0	1	1
Interacción social / Entre docentes / Compartiendo anécdotas	1	1	0	2
Motivación / Entusiasmo / Del docente por descubrir la aplicabilidad de la Cultura Maker	2	0	2	4
Motivación / Entusiasmo / Del docente por realizar este tipo de actividades	2	0	1	3

Motivación / Para interactuar / Con otros docentes	0	0	1	1
Motivación / Por aprender / Nuevas cosas para la práctica docente	0	10	1	11
Motivación / Por aprender / Sobre electrónica o robótica	0	1	0	1
Motivación / Promovida al alumno / Con videos para que los alumnos logren percibir mejor el tema	0	0	1	1
Motivación / Promovida al alumno / Para levantar la autoestima de los alumnos	0	0	1	1
Práctica docente / Didáctica / El docente emplea recursos para que el alumno comprenda	0	0	2	2
Práctica docente / El fomento de cambio / Ideas que detonan al docente	0	0	2	2
Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente	0	10	5	15
Práctica docente / Reflexivo / Del docente que considera que la escuela no está preparada	0	0	1	1
Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación	0	6	6	12
Práctica docente / Reflexivo / Por el docente en experiencias en el aula	0	0	1	1
Recursos tecnológicos / Computadora / Falta de computadoras en buen estado	0	0	1	1
Recursos tecnológicos / Internet / Falta de Internet	0	0	1	1
Recursos tecnológicos / Proyector / Insuficientes equipos	0	0	1	1
Sentimientos / Gratitud / Del alumno por la ayuda del docente	0	0	1	1
Sentimientos / Satisfacción / Del docente por la capacitación	0	0	2	2
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	0	0	1	1
Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia	3	0	1	4
Visión / De la dirección / Limita al docente por la cuestión económica	0	1	2	3

Visión / De la dirección / Porque sus docentes se capaciten	0	0	2	2
Visión / Expectativas del docente / Aprender cosas nuevas para la práctica docente	1	2	0	3
Visión / Expectativas del docente / Espera el trabajo colaborativo entre alumnos	0	0	1	1
Visión / Expectativas del docente / Fortalecer valores y la convivencia entre sus alumnos	0	4	0	4
Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas	0	3	4	7
Visión / Expectativas del docente / Por un aprendizaje ligado a las emociones de sus alumnos	0	1	2	3
Suma	15	57	56	128

---

## Apéndice P. Codificación y número de expresiones *Ciclo II* docente 2 escuela 2 evento 2

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	2	5	6	2	15
Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre alumnos	1	0	0	0	1
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Antes de la actividad	0	0	0	1	1
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Después de la actividad	0	0	0	1	1
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Durante la actividad	1	0	0	0	1
Clima organizacional / Alianzas estratégicas / Docente identifica alumnos que puedan apoyar a los demás	2	0	0	0	2
Clima organizacional / Aula / Muy ruidosa	2	0	0	0	2
Clima organizacional / Recursos materiales / Alumno expresa que se atrasan, por no cumplir con el material	0	0	1	0	1
Clima organizacional / Recursos materiales / El docente decide que los materiales permanecen en el aula	3	0	0	2	5
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Mayor iniciativa por parte de las alumnas	1	0	0	0	1
Computación / Hardware / Al alumno le gusta ensamblar componentes	0	2	2	0	4
Computación / Hardware / Al alumno no le gusta ensamblar componentes	0	0	2	0	2
Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes	0	1	2	0	3
Computación / Hardware / Al alumno se le facilita el ensamble y conexión de componentes	1	0	0	0	1
Computación / Hardware / Mayor habilidad para el montaje de componentes por las alumnas	1	1	0	1	3



Computación / Software / El alumno muestra dificultades para programar	0	0	2	0	2
Control de grupo / Grupo con los tres niveles de secundaria / Descontrol debido a los alumnos desconocen las reglas	0	0	0	1	1
Control de grupo / Grupo numeroso / El docente cambia alumnos de lugar	1	0	0	0	1
Control de grupo / Grupo numeroso / Falta de atención por ser muchos alumnos	2	0	1	0	3
Control de grupo / Grupo numeroso / Falta de tiempo	1	0	0	0	1
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen	1	0	8	0	9
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno de nuevas cosas	0	0	23	0	23
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del docente de nuevas cosas	0	0	0	1	1
Cualidades humanas / Atención / Mayor atención del alumno al estar más cerca del maestro	2	0	0	0	2
Cualidades humanas / Atención / Mayor interés en conocer las cosas físicamente	0	4	0	0	4
Cualidades humanas / Disposición / El alumno busca mejores espacios para desarrollar la actividad	1	0	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / El alumno logra la actividad a la primera	0	0	0	0	0
Cualidades humanas / Disposición / El alumno muestra gran expectativa por lograr la tarea	0	1	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / Falta de disposición para realizar las actividades	1	0	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / Poca disposición de compañeros docentes por capacitarse	0	0	0	0	0
Emociones / Alegría / Del alumno por la actividad	0	1	0	0	1
Emociones / Miedo / Del docente por no saber resolver dudas del alumno	1	0	0	0	1
Emociones / Miedo / El alumno expresa inseguridad por la actividad	0	1	0	0	1
Interacción social / Dentro de la escuela / Alumnos conviven y comparten emociones	0	0	15	0	15
Interacción social / Dentro de la escuela / Alumnos toman fotos y videos para mostrarlos a sus compañeros	1	0	0	0	1

Interacción social / Dentro de la escuela / Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula	0	0	0	1	1
Interacción social / Dentro de la escuela / Otro maestro se interesa en la clase del docente	1	0	0	1	2
Interacción social / Dentro de la escuela / Otros alumnos se interesan por las actividades del docente	0	0	0	1	1
Interacción social / Fuera de la escuela / Otro maestro se interesó por las actividades del docente	0	0	0	1	1
Motivación / Entusiasmo / Del alumno al hacer la actividad práctica	0	5	29	0	34
Motivación / Entusiasmo / Del docente al hacer la actividad en el aula	0	0	0	1	1
Práctica docente / Didáctica / El docente emplea recursos para que el alumno comprenda	2	0	0	0	2
Práctica docente / El fomento de cambio / Ideas que detonan al docente	0	0	0	1	1
Práctica docente / Reflexivo / Al alumno le gusta como es la clase del docente	0	0	2	0	2
Práctica docente / Reflexivo / Al alumno no le gusta la explicación del docente	0	0	1	0	1
Práctica docente / Reflexivo / Los alumnos relacionan e identifican conceptos con su entorno	1	0	0	0	1
Práctica docente / Reflexivo / Por el docente en experiencias en el aula	1	0	0	5	6
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El alumno no trae el material	2	3	0	0	5
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / El docente y alumnos reportan pérdida de materiales en el aula	2	0	0	0	2
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / Los alumnos cumplen con el material que se pide	0	0	0	0	0
Recursos tecnológicos / Computadora / Falta de computadoras en buen estado	1	0	0	0	1
Recursos tecnológicos / Computadora / Pocas computadoras disponibles	0	0	0	0	0
Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	1	2	0	0	3

Sentimientos / Apatía / Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad	0	3	0	1	4
Sentimientos / Frustración / Del docente por no poder solventar pronto las dudas del alumno	0	0	0	1	1
Sentimientos / Frustración / Por la falta de compromiso de alumnos	0	1	0	0	1
Sentimientos / Frustración / Por no haber resultado a la primera	0	1	0	0	1
Sentimientos / Frustración / Que canaliza para lograr la tarea	0	2	0	0	2
Sentimientos / Gratitud / Del docente por el logro de sus alumnos	1	0	0	0	1
Sentimientos / Gratitud / Del padre de familia por las actividades que realiza el docente	0	0	0	1	1
Sentimientos / Satisfacción / De los alumnos por la actividad práctica	2	1	1	0	4
Sentimientos / Satisfacción / Del docente por su acción	1	0	0	0	1
Sentimientos / Satisfacción / Por lo que está haciendo el alumno para culminar la tarea	1	1	1	0	3
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	1	0	0	1	2
Tutoría entre pares / Alumnos / Aceptación por los alumnos para apoyar a los demás	0	0	1	0	1
Tutoría entre pares / Alumnos / Aceptación por los alumnos que son apoyados	0	0	8	0	8
Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos a apoyar a otros	0	1	0	0	1
Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad	1	2	0	0	3
Visión / De la dirección / Continúe el docente implementando este tipo de actividades	0	0	0	1	1
Visión / Del alumno / Le gustaría aprender	0	0	2	0	2
Visión / Del alumno / Le gustaría hacer	0	0	16	0	16
Visión / Del alumno / Le gustaría participar en competencias	0	0	1	0	1
Visión / Expectativas del docente / El docente espera buenos resultados de su acción	1	0	0	1	2
Visión / Expectativas del docente / El docente tuvo buenos resultados de su acción	0	0	0	1	1

Visión / Expectativas del docente / El docente visualiza otros proyectos	0	0	0	1	1
Suma	44	38	124	28	234

---

## Apéndice Q. Codificación y número de expresiones *Ciclo II* docente 3 escuela 3 evento 2

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	0	0	0	1	1
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Antes de la actividad	0	0	0	1	1
Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Durante la actividad	1	0	0	1	2
Clima organizacional / Alianzas estratégicas / Docente identifica alumnos que puedan apoyar a los demás	0	0	0	1	1
Computación / Hardware / Al alumno se le dificulta el ensamble de componentes	0	1	0	1	2
Computación/Software/El alumno muestra dificultades para programar	0	2	0	0	2
Cualidades humanas/Aprendizaje/Del alumno a través de lo que hacen	0	0	0	1	1
Cualidades humanas/Aprendizaje/Del docente de nuevas cosas	0	0	0	1	1
Cualidades humanas/Disposición/El alumno muestra gran expectativa por lograr la tarea	2	0	0	0	2
Interacción social/Dentro de la escuela/Alumnos conviven y comparten emociones	0	0	0	1	1
Interacción social/Dentro de la escuela/Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula	0	0	0	2	2
Interacción social/Dentro de la escuela/Otro maestro se interesa en la clase del docente	0	0	0	3	3
Interacción social/Dentro de la escuela/Otros alumnos se interesan por las actividades del docente	0	0	0	1	1
Interacción social/Fuera de la escuela/Autoridades visualizan mostrar a escuelas primarias	0	0	0	1	1
Motivación/Entusiasmo/Del alumno al hacer la actividad práctica	0	1	0	4	5
Motivación/Entusiasmo/Del docente al hacer la actividad en el aula	0	0	0	3	3

Práctica docente/El fomento de cambio/Ideas que detonan al docente	0	0	0	1	1
Práctica docente/Reflexivo/Por el docente en experiencias en el aula	0	0	0	13	13
Recursos tecnológicos/Componentes electrónicos/El alumno no trae el material	1	0	0	2	3
Recursos tecnológicos/Proyector/El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	0	1	0	0	1
Sentimientos/Apatía/Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad	0	0	0	1	1
Sentimientos/Gratitud/Del padre de familia por las actividades que realiza el docente	0	0	0	1	1
Sentimientos/Satisfacción/Del docente por su acción	1	0	0	0	1
Serendipia/Descubrimiento/El docente observa cambios positivos en los alumnos	0	0	0	4	4
Tutoría entre pares/Alumnos/El docente pide a los alumnos a apoyar a otros	0	2	0	1	3
Visión/De la dirección/Continúe el docente implementando este tipo de actividades	0	0	0	2	2
Visión/Del alumno/Le gustaría hacer	0	0	0	1	1
Visión/Expectativas del docente/El docente espera buenos resultados de su acción	0	0	0	2	2
Visión/Expectativas del docente/El docente percibe problemas en el sistema educativo	0	0	0	0	0
Visión/Expectativas del docente/El docente tuvo buenos resultados de su acción	0	0	0	3	3
Visión/Expectativas del docente/El docente visualiza otros proyectos	0	0	0	3	3
Suma	5	7	0	56	68

## Apéndice R. Codificación y número de expresiones *Ciclo II* docente 3 escuela 4 evento 2

Codificación Abierta / Axial / Selectiva	Número de expresiones				Suma
	Bitácora del investigador	Bitácora del docente	Bitácora de los alumnos	Entrevista abierta al docente	
Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos	0	0	1	0	1
Actitud / Colaboradora / No hay colaboración entre alumnos	1	0	0	0	1
Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Sobresale un líder que guía al equipo	0	1	0	0	1
Computación / Software / El alumno muestra dificultades para programar	0	1	0	0	1
Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen	0	0	3	0	3
Cualidades humanas / Disposición / El alumno logra la actividad después de dos o más intentos	0	0	3	0	3
Cualidades humanas / Disposición / El alumno muestra gran expectativa por lograr la tarea	0	1	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / Falta de disposición para realizar las actividades	1	0	0	0	1
Cualidades humanas / Disposición / Mayor disposición por la tarea por parte de las alumnas	1	0	0	0	1
Interacción social / Dentro de la escuela / Alumnos conviven y comparten emociones	0	0	0	1	1
Interacción social / Dentro de la escuela / Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula	0	1	0	1	2
Motivación / Entusiasmo / Del alumno al hacer la actividad práctica	0	1	0	2	3
Motivación / Entusiasmo / Del docente al hacer la actividad en el aula	0	0	0	1	1
Práctica docente / Reflexivo / Por el docente en experiencias en el aula	0	0	0	3	3
Recursos tecnológicos / Componentes electrónicos / Los alumnos cumplen con el material que se pide	0	0	0	1	1
Recursos tecnológicos / Computadora / Pocas computadoras disponibles	2	0	0	1	3

Recursos tecnológicos / Proyector / El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto	1	0	1	0	2
Sentimientos / Apatía / Del alumno con muestra de indiferencia por la actividad	1	1	0	1	3
Sentimientos / Gratitud / Del alumno por la ayuda del docente	0	0	1	0	1
Sentimientos / Gratitud / Del padre de familia por las actividades que realiza el docente	0	0	0	1	1
Sentimientos / Satisfacción / De los alumnos por la actividad práctica	1	0	2	0	3
Sentimientos / Satisfacción / Del docente por su acción	0	1	0	1	2
Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos	0	0	0	2	2
Tutoría entre pares / Alumnos / Aceptación por los alumnos que son apoyados	0	0	0	1	1
Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos a apoyar a otros	1	0	0	1	2
Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad	1	1	4	0	6
Visión / De la dirección / Continúe el docente implementando este tipo de actividades	0	0	0	1	1
Suma	10	8	15	18	51

---



## Apéndice S. Codificación que confirma la teoría

Teoría	Aspecto de enlace	Codificación
Construccionismo	Aprendizaje	<p>Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Antes de la actividad</p> <p>Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Después de la actividad</p> <p>Apropiación de la Cultura Maker / El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción / Durante la actividad</p> <p>Cualidades humanas / Aprendizaje / Del docente de nuevas cosas</p> <p>Visión / Expectativas del docente / Aprender conceptos tecnológicos</p> <p>Visión / Expectativas del docente / Aprender cosas nuevas para la práctica docente</p> <p>Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas</p>
	Socialización	<p>Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes</p> <p>Clima organizacional / Alianzas estratégicas / Docente identifica alumnos que puedan apoyar a los demás</p> <p>Interacción social / Dentro de la escuela / Maestro presta herramienta para apoyar la actividad del docente</p> <p>Interacción social / Dentro de la escuela / Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula</p> <p>Interacción social / Dentro de la escuela / Otro maestro se interesa en la clase del docente</p> <p>Interacción social / Dentro de la escuela / Otros alumnos se interesan por las actividades del docente</p> <p>Interacción social / Entre docentes / Compartiendo anécdotas</p> <p>Interacción social / Fuera de la escuela / Autoridades visualizan mostrar a escuelas primarias</p> <p>Interacción social / Fuera de la escuela / Otro maestro se interesó por las actividades del docente</p> <p>Motivación / Para interactuar / Con otros docentes</p> <p>Tutoría entre pares / Alumnos / El docente pide a los alumnos a apoyar a otros</p> <p>Tutoría entre pares / Docentes / El docente se apoya con otro por su experiencia</p>
Andragogía	Aprendizaje de temas relevantes	<p>Computación / Hardware / Interés del docente por los materiales y montajes electrónicos</p> <p>Cualidades humanas / Autoexigencia / Del docente por terminar las actividades en su capacitación</p>

Aplicación útil e inmediata

Cualidades humanas / Disposición / Del docente por terminar actividades en su capacitación

Motivación / Por aprender / Sobre electrónica o robótica

Motivación / Por curiosidad / Sobre la Cultura Maker

Sentimientos / Satisfacción / Del docente por la capacitación

Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre alumnos

Andragogía / Aprendizaje / Aplicación inmediata

Andragogía / Aprendizaje / Interés económico

Andragogía / Colaboración / Condicionada a una remuneración económica

Clima organizacional / Trabajo en equipo entre alumnos / Todos los miembros del equipo trabajan

Computación / Hardware / Al alumno le gusta ensamblar componentes

Computación / Hardware / Al alumno se le facilita el ensamble y conexión de componentes

Computación / Software / El alumno muestra habilidades para programar

Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno a través de lo que hacen

Cualidades humanas / Aprendizaje / Del alumno de nuevas cosas

Cualidades humanas / Aprendizaje / El alumno lo entiende mejor al hacerlo prácticamente

Cualidades humanas / Atención / Mayor atención del alumno por interés en el tema

Cualidades humanas / Atención / Mayor interés en conocer las cosas físicamente

Motivación / Por aprender / Nuevas cosas para la práctica docente

Práctica docente / El fomento de cambio / Ideas que detonan al docente

Sentimientos / Gratitud / Del docente por el logro de sus alumnos

Sentimientos / Gratitud / Del padre de familia por las actividades que realiza el docente

Sentimientos / Satisfacción / Del docente por su acción

Serendipia / Descubrimiento / El docente observa cambios positivos en los alumnos

Tutoría entre pares / Alumnos / Los alumnos lograron terminar la actividad

Visión / De la dirección / Continúe el docente implementando este tipo de actividades

Visión / De la dirección / Porque sus docentes se capaciten

Visión / Expectativas del docente / El docente espera buenos resultados de su acción

Visión / Expectativas del docente / El docente tuvo buenos resultados de su acción

Visión / Expectativas del docente / El docente visualiza otros proyectos

Visión / Expectativas del docente / Espera el trabajo colaborativo entre alumnos

Visión / Expectativas del docente / Fortalecer valores y la convivencia entre sus alumnos

Visión / Expectativas del docente / La Cultura Maker para la solución de problemas

Visión / Expectativas del docente / Por un aprendizaje ligado a las emociones de sus alumnos

Experiencia del docente

Práctica docente / Reflexivo / Del docente para su práctica docente

Práctica docente / Reflexivo / Del docente sobre la Cultura Maker en la educación

Práctica docente / Reflexivo / Los alumnos relacionan e identifican conceptos con su entorno

Práctica docente / Reflexivo / Por el docente en experiencias en el aula

Retención diferente

Andragogía / Aprendizaje / Lento por la edad

---