

Submission: 15/10/2024;
Camera ready: 27/02/2025;

1st round notif.: 22/01/2024;
Edition review: 03/05/2025;

New version: 06/02/2025;
Available online: 03/05/2025;

2nd round notif.: 26/02/2025
Published: 03/05/2025

Trabajo cooperativo para el empoderamiento tecnológico del docente de secundaria apoyado en la Cultura Maker

Cooperative work for the technological empowerment of secondary school teachers supported by Maker Culture

Martín-Santiago Domínguez-González

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
ORCID: 0000-0001-9506-4768

martin.dominguezg@inaoep.mx

Juan Manuel González-Calleros

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
ORCID: 0000-0002-9661-3615

juanmanuel.gonzalez@correo.buap.mx

Daniel Mocencahua-Mora

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
ORCID: 0000-0003-4718-7442

daniel.mocencahua@correo.buap.mx

Ricardo Mendoza-González

Tecnológico Nacional de México
ORCID: 0000-0002-8934-8067

mendozagric@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen

Se presenta la implementación de una propuesta fomentada por el investigador cooperador apoyada en la Cultura Maker, para que el profesor de Ciencia y Tecnología de nivel secundaria realice acciones para la mejora de su práctica docente. Esto se planteó por el bajo rendimiento que presentan los estudiantes en esta materia, donde la forma de enseñar de los profesores es la principal causa. Se desarrolló una investigación basada en el diseño, con antecedente en la propuesta de mediación tecnológica resultado del proyecto de investigación del Doctorado. Con este trabajo se facilitó el desarrollo de una red social con la que se generó una dinámica de acción y reflexión con docentes, que dio lugar a hallazgos, primero en términos de conceptos como la tutoría entre pares, la actitud colaboradora, el aprendizaje de nuevas cosas y altas expectativas sobre la acción en el aula; y segundo, derivado de la triangulación de estos conceptos, la representación gráfica con una red conceptual que muestra el fenómeno del trabajo cooperativo de capacitación y acción experimentado por un colectivo docente. Los hallazgos obtenidos nos permitieron inferir que es posible un cambio de la práctica docente mediante la apropiación de la Cultura Maker, además que se destaca en gran medida la importancia de la Andragogía para la formación docente.

Palabras clave: Investigación basada en el diseño; Investigación-Acción; Trabajo cooperativo; Andragogía; Educación secundaria.

Abstract

This work shows the implementation of a proposal that encourages the cooperating researcher supported by the Maker Culture, for those who are Science and Technology teachers who can improve their teaching practice at the secondary level. The purpose of this is due to the low academic performance of students in these subjects as a result of the teacher's method of teaching. A research based on design was developed, with a background in the technological mediation proposal resulting from the research project of the Doctorate in Educational Systems and Environments, which facilitated a dynamic relationship between the researcher and teacher community. With a qualitative research approach, findings are highlighted in terms of concepts such as peer mentoring, a collaborative attitude, high expectations about action in the classroom, and learning new methods – all closely related to Maker Culture –, and second, derived from the triangulation of times, a graphical representation is produced that demonstrates this phenomenon. The findings allow us to infer that a change in teaching practice is possible through the appropriation of the Maker Culture. Further, it illustrates the importance of andragogy in teacher training.

Keywords: Design-based research; Action Research; Cooperative work; Andragogy; Secondary education.

Cite as: Domínguez-González, M.-S., Mocencahua-Mora, D., González-Calleros, J. M. & Mendoza-González, R. (2025). Trabajo cooperativo para el empoderamiento tecnológico del docente de secundaria apoyado en la Cultura Maker. Revista Brasileira de Informática na Educação, vol.33, 327-346. <https://doi.org/10.5753/rbie.2025.5082>

1 Introducción

Se desarrolló un trabajo de Investigación Basada en el Diseño (IBD), el cual tuvo como referente la propuesta planteada en Domínguez-González et al. (2021), sobre la mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker en educación secundaria en la enseñanza de Ciencia y Tecnología, donde con un enfoque reflexivo, permitió ajustar las realidades prácticas y el contexto de un nuevo colectivo de docentes, implementado en la estancia doctoral.

Como antecedente se tiene un problema de investigación donde el síntoma del problema es el bajo desempeño en Ciencias por parte de los estudiantes de nivel secundaria en México. Siendo la principal causa de este síntoma, la forma de enseñar de los profesores, esto de acuerdo con los resultados de la prueba PISA aplicado en México en 2015 (OCDE, 2016).

Esta situación se identifica por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y propone que, los conceptos de las materias de Ciencias se deben asociar a la práctica y acción a través del desarrollo de proyectos como estrategia didáctica, además de vincular Ciencia y Tecnología, entre otras iniciativas. Siendo esta situación un desafío para los profesores, quienes se deben plantear la modificación de sus prácticas docentes (SEP, 2017).

Estos referentes son focalizados en Domínguez-González et al. (2021) donde plantea que, con la adopción de la Cultura Maker por parte de los docentes se pueden facilitar dichos cambios. Aseverando en Gutiérrez-Esteban et al. (2022) y Aleixo et al. (2021) que el creciente interés de esta cultura en la educación, visualizándose su aplicabilidad en entornos educativos, tanto en contextos de educación formal como informal, difieren a las aulas tradicionales y fomentan la colaboración con herramientas e implementación de estrategias basadas en proyectos y en la teoría construcionista, enfatizando que el aprendizaje y el conocimiento surgen cuando los estudiantes participan activamente en la construcción.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer una investigación basada en el diseño, de corte cualitativo, con profesores de secundaria de Aguascalientes, México, quienes participaron voluntariamente en un proceso de capacitación que los llevó a implementar cambios en su práctica docente.

1.1 Marco Teórico

Este trabajo de investigación se realiza en continuidad de Domínguez-González et al. (2021), en éste se aplicó un enfoque de Investigación Basada en el Diseño (IBD) que de acuerdo con Enríquez et al. (2022) y De Benito et al. (2016) se pueden resolver problemas educativos específicos mediante la creación de intervenciones prácticas, que se aplicó a un colectivo docente, extendiendo la investigación en un nuevo contexto.

Se reconocen los principios clave de la IBD, caracterizada por ser iterativa, reflexiva y participativa, permitiendo que los docentes de esta nueva comunidad sean parte activa en el diseño.

El investigador asumió el papel de cooperador, entendiendo el concepto de cooperación como la acción de realizar algo junto a otras personas para lograr un resultado (RAE, 2023). Para esto, el investigador aportó su conocimiento tecnológico y argumentos de cambio para fomentar la mejora de la práctica docente de los profesores participantes. Al mismo tiempo, el docente asumió el rol de investigador, utilizando su conocimiento y experiencia en el aula para desarrollar estrategias de enseñanza para mejorar su práctica docente (Martínez, 2007).

Los profesores se apoyaron en la Cultura Maker como un agente transformador del aprendizaje, aprovechando la relación entre tecnología y sociedad que esta cultura fomenta, donde las personas crean objetos, acceden y comparten tecnología a través de redes sociales e internet (Tesconi, 2015; Peppler et al., 2013). Vea Figura 1.

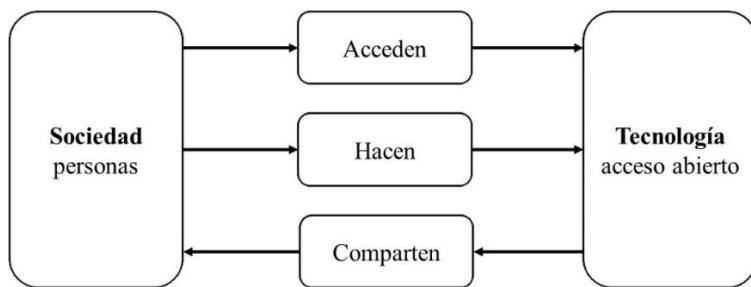


Figura 1: Cultura Maker.

Siendo estas prácticas muy comunes debido a las tendencias de compartir conocimiento y del ser humano a crear y construir cosas en colaboración, consolidando la figura del Maker. Esto facilitó el acceso del docente al conocimiento necesario para capacitarse y desarrollar acciones en el aula (Tesconi, 2015).

La teoría del Construcionismo propuesta por Seymour Papert, se integra destacando el potencial de la Cultura Maker en la educación, por relacionarse el aprendizaje con la creación de artefactos, que actúan como facilitadores del proceso de construcción del conocimiento (Tesconi, 2015).

La integración de la tecnología en el rol docente se consideró esencial, adoptando el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) de Koehler y Mishra, citado en Cabero et al. (2017), que identifica tres tipos de conocimiento muy importantes para el docente: el conocimiento del contenido (CK), el pedagógico (PK) y el tecnológico (TK), como se describe en la Figura 2.

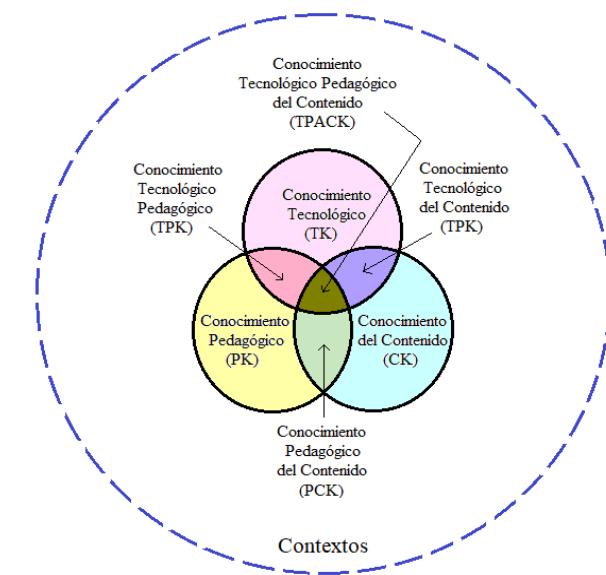


Figura 2: Modelo TPACK.

Nota. Adaptado de “El modelo Conocimiento Tecnológico Pedagógico y de Contenido (TPACK): una estrategia para potenciar las competencias digitales de los docentes” (p. 2083), por J. León, 2024, *LATAM Revista latinoamericana de ciencias sociales y humanidades*, 5(4).

Aquí, el conocimiento tecnológico se extendió a la tecnología de hardware, utilizándolo como modelo en la capacitación docente, desarrollada con la cooperación del investigador (Domínguez-González et al., 2021).

El trabajo cooperativo entre el investigador y los docentes también implicó atender como es el aprendizaje en los adultos con la Andragogía, ya que fue necesario considerar su conocimiento previo y percepciones sobre el tema, lo que fomentó una relación horizontal que facilitó asumir las tareas y la creación de acuerdos, promoviendo el compromiso individual y el cambio (Walker et al., 2004).

De acuerdo con Cornejo (2006) se identifica al enfoque biográfico en este trabajo cooperativo, al hacer experimentar a los docentes una experiencia y describir lo sucedido con un trabajo de investigación cualitativa. Esta experiencia se adaptó al contexto de la ya dicha colectividad de docentes, desarrollando los cambios en virtud de encontrarse en otro estado del país, en un nuevo proceso que se plantea en la metodología de investigación-acción, el cual se basó en la propuesta de mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker ya citada (Autor, 2021).

A continuación, se plantea una articulación del marco teórico con los conceptos y teorías mencionadas en la Figura 3.



Figura 3: Articulación del marco teórico.

2 Método

Se realizó una investigación cualitativa, que parte de la existencia de una realidad construida por sus protagonistas, quienes dieron significado al fenómeno y permitieron entender su perspectiva y contexto. Se llevó a cabo una investigación orientada al cambio utilizando la metodología de Investigación-Acción, la cual involucró la recolección, codificación y análisis de datos, proporcionando así los hallazgos de la investigación (Dorio et al., 2009). Ver Figura 4.

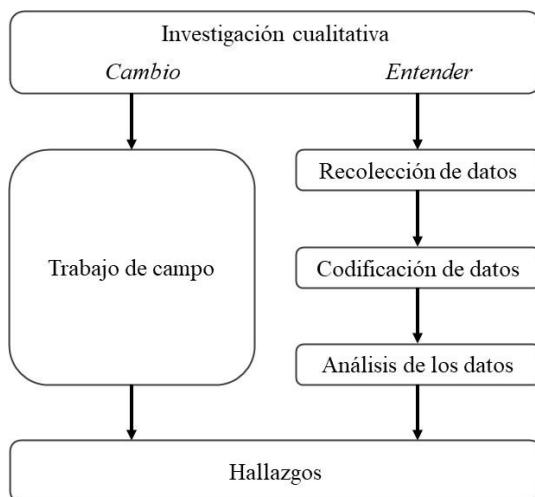


Figura 4: Articulación del marco metodológico.

El diseño metodológico de Investigación-Acción se consideró adecuado para la mejora de la realidad social del docente, donde se construyó conocimiento a través de la práctica y promovió la transformación y mejora de una realidad educativa, que integró las capacidades, conocimientos prácticos, vivencias y habilidades de los participantes en un proceso constante y cíclico (Katayama, 2014; Martínez, 2007).

Esta investigación buscó proporcionar a los docentes una experiencia directa de sus acciones, lo cual se consideró importante para guiar la recolección y análisis de datos bajo un enfoque biográfico. Este enfoque se centró en los relatos de las experiencias vividas por los docentes, considerándolos como los protagonistas y creadores de su propia experiencia (Cornejo, 2006).

La muestra se seleccionó por criterio, considerando solo a docentes interesados en unirse al proyecto. Se convocó a docentes de escuelas secundarias públicas y privadas de Aguascalientes, México, a través de redes sociales y correos electrónicos enviados a los directivos de los planteles (Martínez-Salgado, 2012).

El trabajo de campo se muestra en la Figura 5 y da inicio con un proceso de capacitación de docentes, que sirvió para reunir a los participantes del proyecto. Este proceso tuvo tres fases: planeación, implementación y reflexión de la capacitación docente. Una vez completada esta primera parte, algunos docentes mostraron interés en continuar participando, lo que llevó a un proceso denominado acción de docentes. Este proceso también constó de tres fases: planeación, implementación y reflexión de la acción de los docentes (Domínguez-González et al., 2021).

Con línea punteada se muestra la retroalimentación posible después de las fases de reflexión, como las opciones para realizar cambios en las respectivas fases para mejorar tanto la capacitación como la acción de los docentes. A la derecha se indican los instrumentos utilizados en la investigación y las fases en las que se aplicaron.

El objetivo de la capacitación de docentes fue que los participantes conocieran de forma práctica la Cultura Maker y algunas teorías y técnicas (como soldar y el uso de herramientas y componentes) aplicables a su actividad docente. Para ello se impartió el Taller Docente Maker, donde se realizaron ejercicios prácticos usando componentes electrónicos y Arduino. Los temas tratados incluyeron: Movimiento Maker, Construcionismo, Cultura Maker en educación, circuitos electrónicos, materiales y montajes electrónicos, soldadura, tendencias de la Cultura Maker, Arduino, ejercicios y proyectos, Design thinking, el modelo tecnopedagógico TPACK,

aprendizaje cooperativo y el intercambio de experiencias docentes (Domínguez-González et al., 2021).

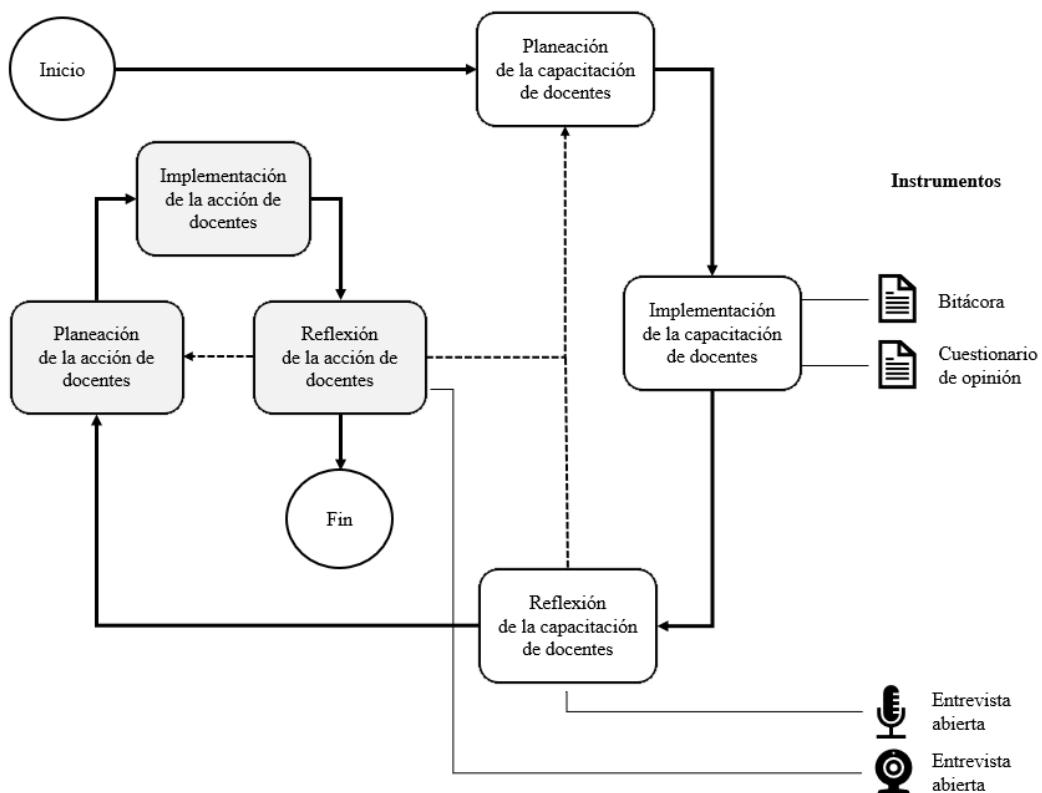


Figura 5: Trabajo de campo.

El taller se llevó a cabo en seis sesiones de tres horas cada una, en el aula de conferencias del centro de información de la Biblioteca del Instituto anfitrión. Se solicitó a los participantes que trajeran sus propias computadoras portátiles y se cubriera el costo de los materiales utilizados. Todas las sesiones incluyeron actividades prácticas donde se construyeron circuitos electrónicos, culminando en el desarrollo de un robot con Arduino.

La reflexión sobre la capacitación de docentes se obtuvo a partir de los argumentos proporcionados por los maestros, mediante el análisis de grupos de datos específicos de esta sección del proyecto. Este análisis se realizó utilizando el software para análisis cualitativo MAXQDA (2020).

2.1 Recolección, codificación y análisis de los datos

Para la recolección, codificación y análisis de los datos se emplearon técnicas presentadas en la Figura 6.

En la primera sección de la Figura 6 se describen las técnicas de recolección de datos, los instrumentos empleados, los sujetos involucrados, el momento de la aplicación y el medio de recolección. De este modo, se generaron cuatro paquetes de archivos: dos de texto y dos de grabaciones de audio.

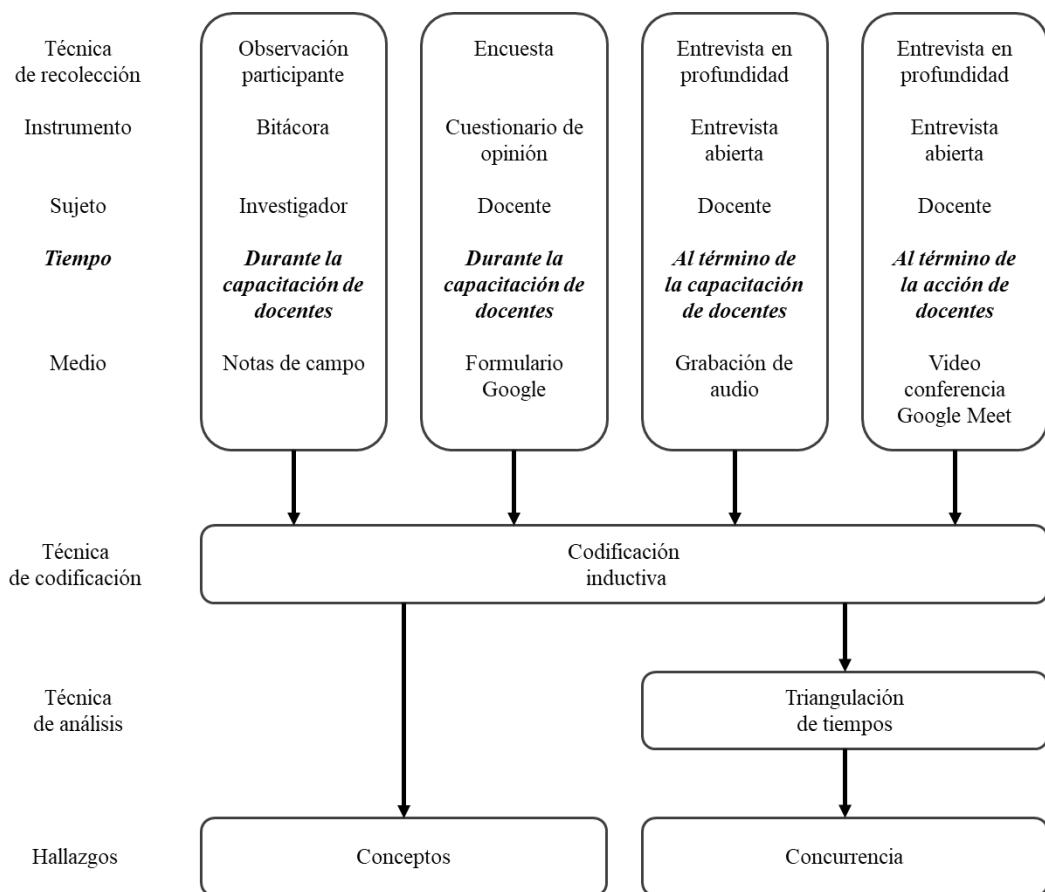


Figura 6: Articulación de las técnicas aplicadas en la investigación.

Los dos primeros paquetes fueron las notas de campo del investigador y las cinco encuestas aplicadas a los docentes al final de cada sesión del taller, desarrollado para la capacitación de docentes, estos dos paquetes de archivos formaron el primer grupo de instrumentos que representó el primer tiempo de la investigación denominada *durante la capacitación de docentes*.

De los dos paquetes de grabaciones de audio de las entrevistas abiertas, tenemos que el primero se realizó a cada uno de los docentes con previa cita, en un cubículo de la biblioteca del Instituto anfitrión, al mismo tiempo que se les entregó el reconocimiento por su participación al taller, siendo este paquete de entrevistas el segundo grupo de instrumentos que representó un segundo tiempo de la investigación que llamamos *Al término de la capacitación de docentes*; y el segundo paquete de grabaciones de entrevistas se aplicaron después de ejecutada la acción de docentes en el aula, las cuales se realizaron vía remota por video conferencia de Google Meet, y formó el tercer grupo de instrumentos que representó el tercer tiempo de la investigación que llamamos *Al término de la acción de docentes*.

La reducción de la información se dio con la codificación de los datos recopilados, para esto se empleó el software para el análisis de datos MAXQDA (2020), obteniendo una matriz de códigos con los tres tiempos de la investigación.

Se utilizó una codificación inductiva para identificar los conceptos que describen los eventos (Fernández, 2006).

La codificación de los datos se realizó siguiendo los principios de la teoría fundamentada, utilizando una estructura de codificación abierta, axial y selectiva. Este proceso consistió en generar categorías al identificar expresiones que revelaban situaciones, relatos específicos o

descripciones de eventos. Estas expresiones se seleccionaron y agruparon en conjuntos, cada uno representando un argumento particular, lo que permitió desarrollar la codificación selectiva.

Los argumentos se analizaron en profundidad para contextualizarlos y darles sentido en un concepto, lo que llevó a la codificación abierta. Cada grupo de expresiones generalmente abordaba solo una parte del concepto visualizado, por lo que se ubicaron en el caso o elemento particular adecuado dentro del concepto, formando así la codificación axial.

Al completar esta categorización del concepto y sus elementos, se obtuvo una codificación estructurada en tres partes: abierta, axial y selectiva (Strauss et al., 2002).

Este proceso permitió obtener los conceptos que describen lo ocurrido. Y el rigor científico en el análisis de los datos con la utilización de la triangulación, concebida como un medio para proteger contra posibles sesgos del investigador al confrontar los relatos de diferentes informantes. Comparando diversas perspectivas, se pudo observar dónde coincidían, proporcionando solidez a los hallazgos (Hidalgo, 2005).

Se aplicó la triangulación de tiempos para obtener la coincidencia de argumentos provenientes de los instrumentos utilizados (Cohen et al., 2002).

Identificando conceptos válidos al encontrar coincidencias en los relatos de al menos dos de los tres grupos de instrumentos aplicados en diferentes momentos. Esto ofreció hallazgos relacionados con lo sucedido durante la experiencia ofrecida a los docentes (Cohen et al., 2002).

3 Resultados

En el primer proceso, capacitación de docentes, se tuvo una muestra formada con cinco profesoras de secundarias privadas y con características que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1: Muestra de participantes.

Participante	Edad	Nivel de estudios	Materia que imparte	Años de experiencia
1	31	Maestría en Toxicología	Física	5
2	40	Lic. Informática	Tecnología mecanografía	12
3	29	Maestría en enseñanza superior	Informática	2
4	39	Ing. Química	Química y Biología	7
5	30	Lic. Análisis Químico-Biológico	Física, Química y Biología	5

Y en el segundo proceso, la acción de docentes que comenzó con la fase de planeación de la acción, participaron dos profesoras de la misma institución secundaria privada del turno matutino, las participantes 2 y 4, convencidas de cambiar la dinámica en el aula, introdujeron el desarrollo de un circuito electrónico, un detector de oscuridad, como actividad Maker en la materia de informática de tercer grado que impartía la primera, con el apoyo de la segunda profesora participante. La actividad que desarrollaron con sus estudiantes se derivó del proyecto realizado durante su capacitación.

Como primera fase de este proceso, al ya contar con una propuesta para ser implementada en el aula, las docentes gestionaron los recursos y la organización académica en su centro de trabajo. La propuesta incluyó el uso de herramientas como cautín para soldar componentes electrónicos, desarmadores y pinzas para el montaje de componentes. Se organizaron equipos de tres estudiantes para realizar las actividades en un área adaptada como un espacio Maker con mesas de trabajo, bancos y herramientas.

En la segunda fase, la implementación de la acción de los docentes, se desarrolló el circuito electrónico que fue compartido por las profesoras a sus estudiantes. Esta actividad, originalmente consultada en internet, se realizó en tres etapas: primero se montó y probó en una placa experimental, luego se soldó en una placa fenólica experimental, y finalmente se personalizó como una lámpara de noche que se enciende automáticamente al oscurecer.

En la tercera fase, la reflexión sobre la acción de los docentes, las profesoras compartieron en entrevistas detalladas la experiencia obtenida durante la actividad.

El trabajo de campo se desarrolló durante el periodo escolar 2018-2019, específicamente la capacitación de docentes se realizó de enero a abril y la acción de los docentes durante junio.

Se identificaron conceptos que describen el fenómeno estudiado, y se analizó la concurrencia de estos códigos con la triangulación de tiempos, representando gráficamente esta información mediante una red conceptual que facilitó la explicación de la experiencia.

3.1 Conceptos

Se recopiló un total de 262 relatos, de los cuales surgieron quince conceptos: actitud, andragogía, apropiación de la cultura Maker, clima organizacional, computación, control de grupo, emociones, interacción social, motivación, práctica docente, recursos tecnológicos, sentimientos, serendipia, tutoría entre pares y visión.

En la Figura 7 se presentan los conceptos obtenidos del sistema de códigos de MAXQDA (2020). La primera columna muestra los conceptos y las columnas siguientes indican la cantidad de relatos obtenidos en distintos momentos: *durante la capacitación de docentes, al finalizar la capacitación de docentes y al concluir la acción de docentes*. La última columna muestra la suma total de relatos por concepto.

En la Figura 8 y 9, se tiene la parte 1 y 2 respectivamente del sistema de códigos obtenido de MAXQDA (2020), en éstas se visualiza en la primera columna, la estructura de codificación: abierta (primer nivel), axial (segundo nivel) y selectiva (tercer nivel), y en las siguientes columnas el número de relatos que se tuvieron para cada categoría codificada.

Sistema de códigos	Durante la capacitación de docentes	Al terminar la capacitación de docentes	Al terminar la acción de docentes	SUMA
> ☐ Andragogía	2	4		6
> ☐ Práctica docente	36	29	19	84
> ☐ Apropiación de la cultura Maker		2	3	5
> ☐ Visión	34	30	11	75
> ☐ Serendipia			2	2
> ☐ Recursos tecnológicos	4	1	4	9
> ☐ Interacción social		1	5	6
> ☐ Control de grupo	2	3		5
> ☐ Tutoría entre pares	10	2	3	15
> ☐ Computación	4			4
> ☐ Motivación	5	2	5	12
> ☐ Emociones			1	1
> ☐ Sentimientos	6	5	9	20
> ☐ Clima organizacional		2		2
> ☐ Actitud	9	3	4	16
Σ SUMA	112	84	66	262

Figura 7: Conceptos identificados en codificación abierta.

Sistema de códigos	Durante la capacitación de docentes	Al terminar la capacitación de docentes	Al terminar la acción de docentes	SUMA
▼ ☑ Andragogía				0
▼ ☑ Aprendizaje				0
☐ Aplicación inmediata	2	4		6
▼ ☑ Práctica docente				0
▼ ☑ Reflexivo				0
☐ El acompañamiento con docentes			2	2
☐ La cultura Maker para las clase de ciencias			2	2
☐ Del docente sobre la cultura Maker en la educación	17	4	2	23
☐ Del docente para su práctica docente	10	4	1	15
☐ Por el docente en experiencias en el aula	8	1	7	16
▼ ☑ Didáctica				0
☐ El docente emplea recursos para que el alumno comprenda		6	1	7
▼ ☑ El fomento de cambio				0
☐ El docente expresa tener buenos resultados de su acción			1	1
☐ Ideas que detonan el cambio del docente	1	14	3	18
▼ ☑ Apropriación de la cultura Maker				0
▼ ☑ El docente se siente capaz de desarrollar su plan de acción				0
☐ Plantea la necesidad de un curso de primeros auxilios		1		1
☐ Antes de la actividad		1		1
☐ Despues de la actividad			2	2
☐ Durante la actividad			1	1
▼ ☑ Visión				0
▼ ☑ De la dirección				0
☐ Limitó al docente por la cuestión económica		1		1
☐ Porque sus docentes se capaciten		1		1
☐ El docente continúe implementando este tipo de acciones	6	2	8	
▼ ☑ Expectativas del docente				0
☐ Considera que se aprende mejor con la práctica	3	8		11
☐ Fortalecer valores y la convivencia entre sus alumnos	2			2
☐ Espera el trabajo colaborativo entre alumnos	1		1	2
☐ Incertidumbre por que lo pueda hacer en el aula		3	2	5
☐ Percibe problemas en el sistema educativo		1		1
☐ La cultura Maker para la solución de problemas	4	4		8
☐ Aprender cosas nuevas para la práctica docente	14	2	1	17
☐ Aprender conceptos tecnológicos	2			2
☐ Visualiza otros proyectos	7	4	4	15
☐ Espera buenos resultados de su acción	1		1	2
▼ ☑ Serendipia				0
▼ ☑ Descubrimiento				0
☐ El docente observa cambios positivos en los alumnos			2	2
▼ ☑ Recursos tecnológicos				0
▼ ☑ Componentes electrónicos				0
☐ El docente expresa que cada alumno debe contar con su material			3	3
▼ ☑ Herramientas				0
☐ El docente considera útil su manejo	4			4
▼ ☑ Proyector				0
☐ El docente apoya la comunicación con alumnos usando el proyecto			1	1
▼ ☑ Internet				0
☐ Mala conexión de Internet		1		1
▼ ☑ Interacción social				0
▼ ☑ Dentro de la escuela				0
☐ Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula	1	1		2
☐ Profesor cede tiempo de clases para desarrollar actividad Maker			1	1
☐ Entre los alumnos expresan sus logros			1	1
☐ Alumnos toman fotos y videos para mostrarlos a sus compañeros			1	1
☐ Alumnos conviven y comparten emociones			1	1

Figura 8: Sistema de códigos de la investigación (parte 1).

Sistema de códigos	Durante la capacitación de docentes	Al terminar la capacitación de docentes	Al terminar la acción de docentes	SUMA
▼ ☰ Control de grupo				0
▼ ☰ Grupo numeroso				0
☐ Falta de atención personalizada	2	1		3
☐ Falta de espacio		2		2
▼ ☰ Tutoría entre pares				0
▼ ☰ Docentes				0
☐ El docente se apoya con otro por su experiencia	10	2	1	13
▼ ☰ Alumnos				0
☐ El docente pide a los alumnos a apoyar a otros			1	1
☐ Iniciativa por apoyar a sus compañeros			1	1
▼ ☰ Computación				0
▼ ☰ Hardware				0
☐ Al docente se le dificulta soldar componentes electrónicos				0
☐ Interés del docente por los materiales y montajes electrónicos	1			1
☐ Al docente se le facilita el ensamblaje y conexión de componentes	2			2
☐ Al docente se le dificulta las conectar componentes	1			1
▼ ☰ Motivación				0
▼ ☰ Por curiosidad				0
☐ Sobre la cultura Maker	2			2
▼ ☰ Por aprender				0
☐ Sobre electrónica o robótica			1	1
☐ Nuevas cosas para la práctica docente	3			3
▼ ☰ Entusiasmo				0
☐ Del docente por descubrir la aplicabilidad de la cultura Maker			1	1
☐ Del docente por realizar este tipo de actividades	2		3	5
▼ ☰ Emociones				0
▼ ☰ Alegría				0
☐ Del docente por el logro de los alumnos			1	1
☐ Del docente por la actividad				0
▼ ☰ Sentimientos				0
▼ ☰ Gratitud				0
☐ Por la capacitación	5	2		7
▼ ☰ Satisfacción				0
☐ Del docente por la capacitación		1	3	4
☐ Del docente por su acción			4	4
☐ Por la construcción de artefactos	1			1
▼ ☰ Frustración				0
☐ Del docente por no poder solventar pronto las dudas del alumno	1		1	2
☐ Los alumnos canalizan para lograr la tarea	1		1	2
▼ ☰ Clima organizacional				0
▼ ☰ Convivencia				0
☐ Buena entre docentes en la escuela		2		2
▼ ☰ Actitud				0
▼ ☰ Colaboradora				0
☐ Existe colaboración entre docentes	6	3	4	13
☐ Existe colaboración entre alumnos	3			3
Σ SUMA	112	84	66	262

Figura 9: Sistema de códigos de la investigación (parte 2).

3.2 Conurrencias

Una vez aplicada la triangulación de tiempos, se obtuvo la identificación de nueve conceptos en veintitrés categorías, derivado de doscientos cuatro expresiones.

Estas concurrencias podemos describirlas como sigue: una actitud colaboradora entre docentes; un interés de éstos docentes por aprender temas de aplicación inmediata para su práctica docente con la Andragogía; respecto al control del grupo al contar con muchos estudiantes se carece de una atención personalizada; existió una interacción social dentro de la escuela al mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula; el docente se sintió motivado mostrando entusiasmo por realizar este tipo de actividades; el docente empleó recursos para que el alumno comprendiera el tema, la experiencia fomentó el cambio e implicó la reflexión del docente por experiencias en

el aula, la Cultura Maker en la educación y para su práctica docente; se tuvieron sentimientos de frustración por el docente por no poder resolver pronto las dudas del alumno, y también este mismo sentimiento en los alumnos quienes lo canalizaron de manera positiva para lograr la tarea, la gratitud y la satisfacción del docente por la capacitación recibida; se presentó el aprendizaje cooperativo con la tutoría entre pares, al apoyarse el docente con otros por su experiencia; la visión de las expectativas del docente por aprender cosas nuevas para su práctica docente, porque considera que se aprende mejor con la práctica, vio la utilidad de la Cultura Maker para la solución de problemas, porque espera buenos resultados por su acción, porque se desarrolle un trabajo colaborativo entre sus alumnos, visualizó otros proyectos, está preocupado por la incertidumbre de lo que él pueda hacer en el aula; y por la visión de la dirección de la escuela porque el docente continúe implementando este tipo de acciones.

A continuación, se enlistan los códigos de las concurrencias descritas, con la estructura de codificación: Abierta / Axial / Selectiva:

1. Actitud/Colaboradora/Existe colaboración entre docentes
2. Andragogía/Aprendizaje/Aplicación inmediata
3. Control de grupo/Grupo numeroso/Falta de atención personalizada
4. Interacción social/Dentro de la escuela/Mostrar a la comunidad lo que hicieron en el aula
5. Motivación/Entusiasmo/Del docente por realizar este tipo de actividades
6. Práctica docente/Didáctica/El docente emplea recursos para que el alumno comprenda
7. Práctica docente/El fomento de cambio/Ideas que detonan el cambio del docente
8. Práctica docente/Reflexivo/Del docente para su práctica docente
9. Práctica docente/Reflexivo/Del docente sobre la Cultura Maker en la educación
10. Práctica docente/Reflexivo/Por el docente en experiencias en el aula
11. Sentimientos/Frustración/Del docente por no poder solventar pronto las dudas del alumno
12. Sentimientos/Frustración/Los alumnos canalizan para lograr la tarea
13. Sentimientos/Gratitud/Por la capacitación
14. Sentimientos/Satisfacción/Del docente por la capacitación
15. Tutoría entre pares/Docentes/El docente se apoya con otro por su experiencia
16. Visión/De la dirección/El docente continúe implementando este tipo de acciones
17. Visión/Expectativas del docente/Aprender cosas nuevas para la práctica docente
18. Visión/Expectativas del docente/Considera que se aprende mejor con la práctica
19. Visión/Expectativas del docente/Espera buenos resultados de su acción
20. Visión/Expectativas del docente/Espera el trabajo colaborativo entre alumnos
21. Visión/Expectativas del docente/Incertidumbre por lo que puede hacer en el aula
22. Visión/Expectativas del docente/Apoyarse en la Cultura Maker para la solución de problemas
23. Visión/Expectativas del docente/Visualiza otros proyectos

3.3 Red conceptual de la experiencia

Vasilachis (2006) explica que la construcción de teoría vista desde la perspectiva de la teoría fundamentada se basa en el supuesto de que los códigos usados representan categorías teóricas, y las conexiones entre estos códigos permiten construir la estructura de teoría emergente. Así, dicha teoría puede considerarse una red de estas categorías. A su vez que, la herramienta visual para representar estas ideas y teorías que emergen de los datos es la construcción de una red conceptual, que se derivan de los mapas conceptuales o redes semánticas.

En el desarrollo de dicha red, se organizó la información y se representó conocimiento de forma gráfica, donde se incluyeron conceptos y sus relaciones en forma de proposiciones, para generar sentencias significativas que facilitaron las explicaciones basadas en códigos. Estas relaciones se vincularon mediante líneas y flechas, y de esta manera se construyó un diagrama a partir de los códigos.

Para la construcción de esta red conceptual, se utilizaron datos de la lista de concurrencias de la triangulación de tiempos, representando los hallazgos relacionados con la *capacitación y acción de docentes*. Esta red se estructuró como un mapa conceptual, donde el primer nivel representó la construcción de la teoría, en este caso, la capacitación y acción de docentes. Los tres niveles restantes corresponden a los niveles de codificación en la teoría fundamentada: codificación abierta, axial y selectiva, respectivamente. La red se lee de abajo hacia arriba, siguiendo las flechas, considerando la construcción del conocimiento a partir de los hechos representados por los códigos.

Como ejemplo de esta red, se presenta la primera categoría: Actitud / Colaboradora / Existe colaboración entre docentes, estructurada según la codificación abierta / axial / selectiva, y se construyó primero desde abajo con la codificación selectiva, seguida de la codificación axial en el siguiente nivel y finalmente hasta arriba la codificación abierta, como se muestra en la Figura 10.

Se comienza con la codificación selectiva en un primer bloque como *Relación entre docentes*, conectada con *caracterizada por la*, 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*, que se conecta a *que se presenta al desarrollarse la*, al bloque que representa la teoría emergente con *Capacitación y acción de docentes*. Así se lee: *Relación entre docentes caracterizada por la colaboración como actitud que se presenta al desarrollarse la Capacitación y acción de docentes*.

Derivado de los códigos podemos resaltar que la disposición a colaborar entre docentes fomentó un entorno de apoyo mutuo que enriqueció el aprendizaje en conjunto. Esta colaboración se vio favorecida cuando las docentes se motivaron, ya que buscaban perfeccionar sus estrategias didácticas. En ese sentido, las estrategias las vieron aplicables de forma inmediata lo que consideraron valioso para ayudar a sus alumnos a entender mejor.

La reflexión sobre la práctica docente se convirtió en un elemento clave para propiciar cambios positivos. Al conocer la Cultura Maker, las docentes reconocieron en ella una valiosa oportunidad para promover un aprendizaje activo y participativo entre los estudiantes. Además, la satisfacción derivada de la capacitación impulsó el interés por continuar participando en proyectos innovadores, fortaleciendo así una dinámica educativa.

Uno de los principales desafíos en la transformación de la práctica docente es la resistencia al cambio y la falta de confianza en la implementación de nuevas estrategias, por la incertidumbre que les genera inquietud sobre su capacidad para llevar a cabo cambios en el aula.

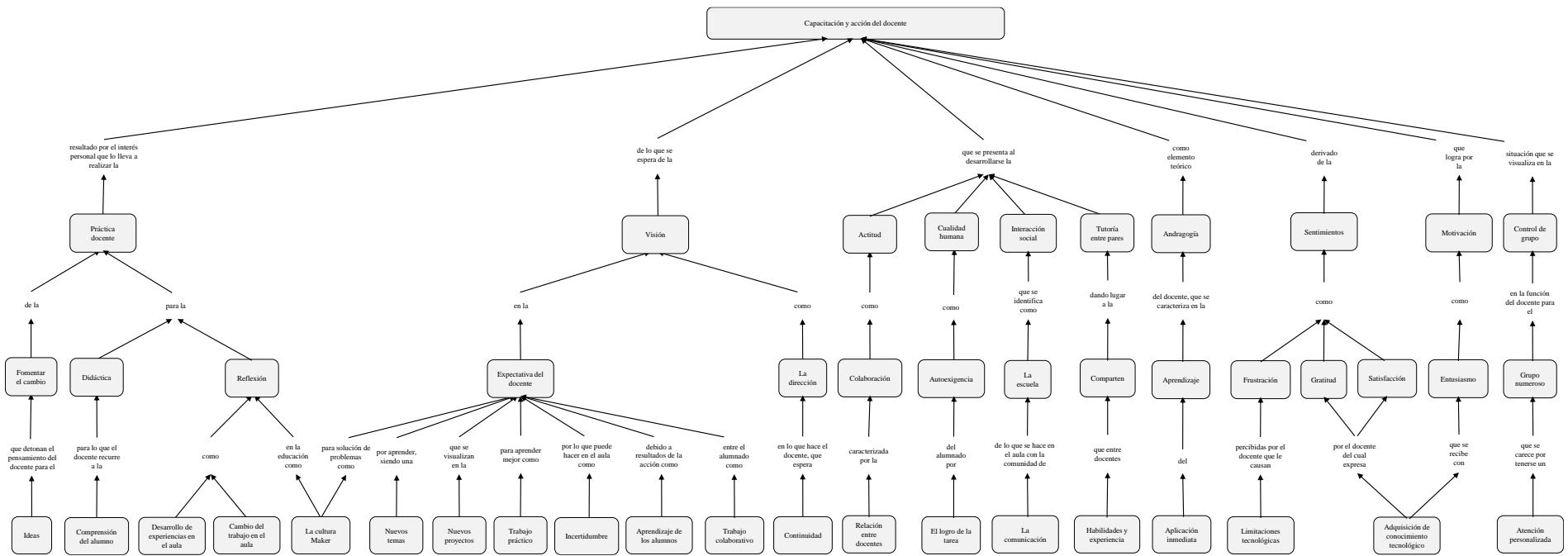


Figura 10: Red conceptual de la capacitación y acción de docentes.

Además, la sobrecarga laboral y las dificultades en la gestión del aula representan retos adicionales. La falta de atención personalizada en grupos numerosos y la frustración derivada de la imposibilidad de resolver todas las dudas de los alumnos, pueden desmotivar a los docentes en la apropiación de dicha cultura. Asimismo, la sostenibilidad del trabajo colaborativo entre docentes depende de una estructura de apoyo que permita la tutoría entre pares y el intercambio de experiencias.

El trabajo cooperativo entre docentes y el investigador fue una estrategia clave para promover el empoderamiento docente y la Cultura Maker una herramienta poderosa para fomentar un aprendizaje activo, pero su éxito depende de la reflexión del docente y de su disposición para integrar estos enfoques en su práctica diaria. Sin embargo, para que estas estrategias sean viables, es importante contar con el respaldo de la dirección escolar y un entorno que valore la innovación pedagógica.

Los hallazgos de esta investigación destacan que el aprendizaje de los docentes ocurre cuando tienen acceso a comunidades de práctica y oportunidades de experimentación en el aula.

3.4 Acción del docente post trabajo de campo

Con el fin de conocer las acciones por desarrollarse en el siguiente ciclo escolar, se les pidió a las profesoras comentar qué planes tenían sobre su práctica docente. Una de ellas mencionó que, en sus planes estaba desarrollar con sus estudiantes del curso de Biología de secundaria, una maqueta reproduciendo la función de una neurona de forma lúdica, empleando la placa Arduino como control del estímulo y reacción de esta neurona. Su idea era representar de forma luminosa las conexiones, hacer circular un fluido de color a través del proceso y a su vez que este fluido se rociara muy finamente; para poder implementarlo se apoyó con el investigador para obtener algunas ideas para el desarrollo de dicho proyecto.

Otra profesora que imparte la materia de Física argumentó que ha desarrollado actividades con sus estudiantes construyendo máquinas simples, para ello les ha pedido que busquen libremente en internet cómo hacerlas, y con la tecnología que se comparte en internet las construyeran, para que al final del curso fueran presentadas en una exposición, a la comunidad escolar. Concluyó de la experiencia que sus estudiantes aprenden más del tema haciéndolo de forma práctica y que, además, al exponer a sus padres y familiares, expresan sentirse muy bien al compartir lo que hacen.

Estos comentarios orientan a incluir un nuevo componente al esquema descrito como trabajo de campo que se mostró en la Figura 5, donde ahora se agrega un nuevo ciclo autónomo desarrollado por el docente, donde el profesor planea su acción apoyada en la Cultura Maker, la implementa y reflexiona sobre su acción, como se aprecia en la Figura 11.

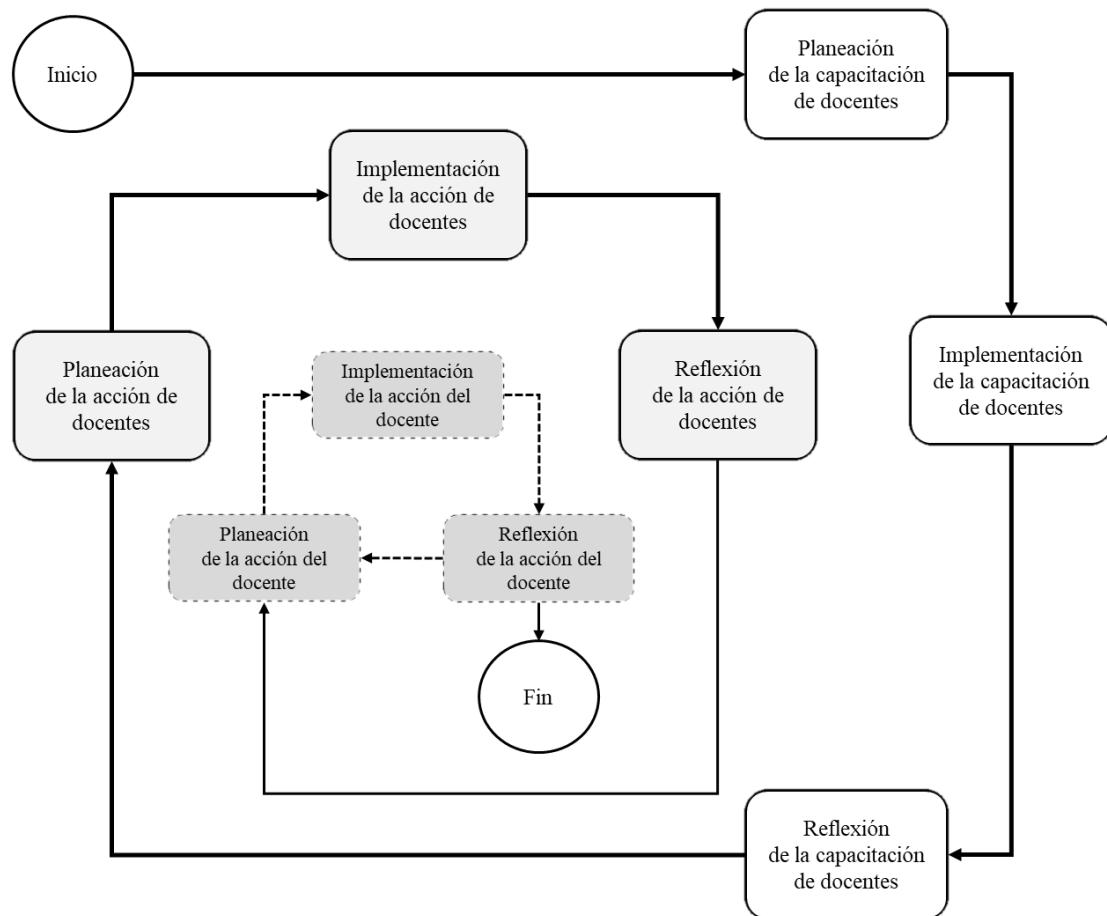


Figura 11: Post trabajo de campo.

4 Conclusiones

Los hallazgos descritos, por la implementación de la propuesta de una investigación basada en el diseño, nos permiten inferir que es posible cambiar la práctica docente mediante la apropiación de la Cultura Maker. En primer lugar, los participantes persiguieron un interés derivado de la autorreflexión sobre su realidad. En segundo lugar, encontraron en esta cultura, elementos que apoyaron su labor docente, ya que en sus discursos se observó un aprendizaje mediado por tecnología, el cual se manifestó a través del conocimiento compartido y experimentado, y que algunos llevaron al aula.

El docente de secundaria, inicialmente alumno en el proceso de cambio de su práctica docente es visto a través de la Andragogía, por lo que el investigador consideró aspectos relacionados con el aprendizaje adulto. Una de estas consideraciones es que el conocimiento adquirido por el docente sea útil para su labor, de esta manera, si el docente se acercó al taller, se infiere que el aprendizaje obtenido será útil en su enseñanza y repercutirá en el aprendizaje de sus alumnos. Otra consideración fue la relevancia del tema, reflejada en el interés voluntario del docente en el conocimiento tecnológico. Además, se respetó la experiencia del docente, permitiéndole tomar decisiones sobre la planificación de sus acciones, basadas en su conocimiento del tema y de su grupo, sin coacción del investigador. Este enfoque andragógico facilitó la empatía con los participantes, evidenciada en la participación autónoma de los docentes en sus aulas sin el acompañamiento del investigador.

La Cultura Maker juega un papel crucial debido a la actitud de cambio, fundamental para la acción docente en la enseñanza y el conocimiento tecnológico compartido. Este conocimiento se interioriza y adapta con la experiencia del docente para cumplir sus objetivos educativos. La adopción de la Cultura Maker se evidencia cuando las docentes comparten con sus estudiantes lo que han creado.

La teoría de aprendizaje del Construcciónismo crea un vínculo natural entre la Cultura Maker y la educación. De acuerdo con los argumentos de las participantes, no solo cambiaron el modo de trabajar en el aula, sino que también promovieron un ambiente lúdico y desafiante, con momentos de frustración y satisfacción al ver un proyecto terminado y construido por ellas mismas, a pesar de su inicial lejanía de la tecnología antes de la capacitación.

De acuerdo con los resultados, la metodología utilizada ofrece elementos replicables y permite inferir resultados similares en contextos análogos. El rol cooperador del investigador reunió a colegas docentes, creando una red social real. Esta figura de investigador cooperador puede ser sustituida por otro docente o profesionista con conocimientos tecnológicos, promoviendo el aprendizaje cooperativo y la tutoría entre pares. Además, los docentes pueden acceder al conocimiento tecnológico a través de redes sociales virtuales y tutoriales.

La experiencia mostró a profesoras comprometidas, resilientes y predispuestas al cambio, buscando mejorar su labor docente, y una mentalidad Maker, derivada de la apropiación de esta cultura, que las integró en una comunidad de apoyo que les brindó confianza para poner en práctica sus habilidades y desarrollar artefactos, en una práctica de acción y reflexión sobre su labor docente.

El diseño de investigación-acción resalta la colaboración con colegas, impulsando la capacidad investigativa, logrando autonomía profesional, relacionando práctica y teoría, estrechando la relación entre maestro y alumno, desarrollando la tutoría entre pares y fomentando la autocritica de la práctica docente.

Este trabajo aportó evidencia en tres dimensiones: la construcción de un glosario relacionado con la Cultura Maker, derivado del discurso de los participantes y útil para futuras investigaciones; la importancia de un trabajo de campo replicable basado en la Andragogía para la formación docente; y la relación entre la formación docente y la Cultura Maker, evidenciada a partir de la experiencia.

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, sino proponer una alternativa para buscar actividades y medios para aprender con tecnología, presentando los elementos de la Cultura Maker.

Esta experiencia que se hizo experimentar a los docentes se puede propiciar incluso con la cooperación de otros, sean investigadores o colegas, con otras disciplinas, resaltando con esto el gran valor que tiene compartir lo que sabes hacer para incidir en recomendaciones tecnológicas, pedagógicas o del contenido para la formación, práctica y mejora en la educación secundaria.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo que nos brindó el CONACYT, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el Instituto Tecnológico de México. Así como a las profesoras y los profesores que participaron de manera voluntaria en este proyecto de investigación.

Referencias

- Aleixo, A., Silva, B. y Ramos, A. (2021). Análise do uso da cultura maker em contextos educativos: uma revisão sistemática da literatura. *Educatio Siglo XXI*, 39(2), 143-168. <https://doi.org/10.6018/educatio.465991>. [GS Search]
- 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>. [GS Search]
- Cohen, L. y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Editorial La Muralla. Madrid. ISBN 84-7133-565-4. [GS Search]
- Cornejo, M. (2006). El enfoque biográfico: trayectorias, desarrollos teóricos y perspectivas. *PSYKHE*, 15(1), 95-106. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22282006000100008>. [GS Search]
- De Benito, B. y Salinas, J. (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 0(2016), 44-59. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>. [GS Search]
- Domínguez-González, M., Mocencahua-Mora, D., y González-Calleros, J. (2021). Mediación tecnológica apoyada en la cultura Maker en la educación secundaria. *RBIE Brazilian Journal of Computers in Education*, 29, 35-46. <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/3498>. [GS Search]
- Dorio, I., Sabariego, M. y Massot, I. (2009). Características generales de la metodología cualitativa. En R. Bisquerra (ed.), *Metodología de la investigación educativa*, 2ed (pp. 275-292). Universidad de Barcelona. ISBN 978-84-7133-748-1. [GS Search]
- Enríquez, L. y Hernández, M. (2022). Sistema en línea Argumente: un resultado de la investigación basada en el diseño en la UNAM. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(2), 152-164. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.12300>. [GS Search]
- Fernández, L. (2006). *¿Cómo analizar datos cualitativos?* Butlletí La Recerca. <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/analisis-datos-cualitativos.pdf>. [GS Search]
- Gutiérrez-Esteban, P., y Jaramillo-Sánchez, G. (2022). Por una educación Maker inclusiva. Revisión de la literatura (2016-2021). *Pixel-Bit Revista de medios y educación*, 64, 201-234. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91256>. [GS Search]
- Hidalgo, L. (2005). Confidabilidad y validez en el contexto de la investigación y evaluación cualitativas. *Sinopsis Educativa*, 5(1), 225-243. http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/sinopsis_educativa/article/view/3583. [GS Search]
- Katayama, R. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Perú: Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. ISBN 978-612-4050-75-6. [GS Search]
- León, J. (2024). El modelo Conocimiento Tecnológico Pedagógico y de Contenido (TPACK): una estrategia para potenciar las competencias digitales de los docentes. *LATAM Revista*

- latinoamericana de ciencias sociales y humanidades*, 5(4), 2079–2094. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2395>. [GS Search]
- 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. ISBN 978-84-369-4440-2. [GS Search]
- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3). 613-619. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300006>. [GS Search]
- MAXQDA. (2020). *MAXQDA The art of data analysis*. <https://es.maxqda.com/>
- Peppler, K. & Bender, S. (2013). Maker movement spread innovation one project at a time. *Phi Delta Kappan*, 95(3). 22-27. <https://doi.org/10.1177/003172171309500306>. [GS Search]
- OCDE. (2016). *Programa para la evaluación internacional de alumnos PISA 2015 resultados*. <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>.
- RAE. (2023). *Diccionario de la lengua española*. 23a. ed. España: Real Academia Española. <https://dle.rae.es/>
- SEP. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas de estudio para la educación básica*. México: Secretaría de Educación Pública. https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquia. ISBN 958-655-623-9. [GS Search]
- 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*, s.vol. (284), 40-47. <http://www.centrocp.com/crear-artefactos-para-generar-conocimiento-compartido/>. [GS Search]
- Walker, M. y Montero, L. (2004). Principios generales de educación de adultos. *Revista chilena de medicina familiar*, 5(2), 65-71. <https://www.revistachilenademedicinafamiliar.cl/index.php/sochimef/article/view/154>. [GS Search]