



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Informática

Desarrollo del pensamiento crítico en un programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños y adolescentes mediado por tecnología en el estado de Jalisco

Tesis

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

Presenta

Melisa Ladron de Guevara Jiménez

Dirigido por:

Vanesa del Carmen Muriel Amezcua

Querétaro, Qro. a 15 de noviembre de 2023

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



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

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

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

### Bajo los siguientes términos:



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



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



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

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

### Avisos:

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

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



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

Desarrollo del pensamiento crítico en un programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños y adolescentes mediado por tecnología en el estado de Jalisco.

Tesis

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

Presenta

Melisa Ladron de Guevara Jiménez

Dirigido por:

Vanesa del Carmen Muriel Amezcua

Vanesa del Carmen Muriel Amezcua  
Presidente

Gabriela Ortiz Michel  
Secretario

Daniel Sahagún Martínez  
Vocal

Rocío Adela Andrade Cázares  
Suplente

Claudia Cintya Peña Estrada  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

15 de noviembre 2023

México

## Dedicatorias.

Dedico este trabajo de tesis:

A mis hijos Sergio y Melisa que amorosa y pacientemente me acompañaron en estos años de desvelo y trabajo con una sonrisa, una mirada y una palabra de aliento.

A mis padres María Teresa y Antonio que con su ejemplo incansables de compromiso con la familia, con tener una sociedad más respetuosa y humana que me han apoyado a cada paso con amor inquebrantable.

A mi hermano Antonio por ser un compañero solidario y amoroso.

A mi familia por su apoyo, alegría y trabajo

A todas las personas maravillosas con las que he coincidido y que me han permitido aprender, ser y hacer mejor.

Agradecimientos.

Agradezco a mi directora de tesis la Dra Vanesa Muriel Amezcua por su acompañamiento cercano, su tiempo, su experiencia y paciencia que contribuyeron en este camino tan gratificante.

Agradezco a los miembros del Comité Tutorial, Dra Gabriela Ortiz Michel, Dr. Daniel Sahagún Martínez, Dra. Rocío Adela Andrade Cázares, Dra. Claudia Cintya Peña Estrada, por su guía y retroalimentaciones certeros y llenos de experiencia que enriquecieron esta investigación.

Agradezco a mis profesores y a mi directora de programa la Dra. Ma. Teresa García Ramírez, por sus enseñanzas y guía durante el doctorado.

Agradezco al Conacyt por el apoyo para culminar este proceso de formación.

Asímismo agradezco a los los niños y niñas que participaron en esta investigación, a sus maestras y maestros, a su directora por darme la oportunidad de conocer y reconocer su esfuerzo constante por ser mejores.

## Índice

Índice .....	2
Índice de Cuadros o tablas. ....	4
Índice de Figuras.....	5
Indice de Anexos.....	7
Resumen en español .....	8
Abstract.....	9
I. Poniendo la mirada en la educación y el desarrollo del pensamiento crítico 10	
I.1. Antecedentes .....	10
I.2. Pregunta de investigación .....	15
I.3. Objetivos .....	15
I.4. Supuestos de Investigación .....	17
II. Las relaciones entre el pensamiento crítico, la ciencia y el arte en educación primaria, una revisión al pasado cercano.....	19
II.1 Un primer acercamiento al pensamiento crítico desde la educación .....	21
II.2 Descripción de las categorías de estudio.....	22
II.3 Desarrollo del pensamiento crítico a través de la enseñanza .....	27
III. Fundamentación teórica. Del diseño curricular a Design Thinking.....	31
III.1 Diseño Curricular y co-curricular en educación básica .....	31
III.2 Procesos de Enseñanza-Aprendizaje .....	34
III.4 Desarrollo cognitivo y habilidades de pensamiento .....	37
III.5 Pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades de pensamiento .....	41
III.6 Enseñanza de las ciencias, divulgación de la ciencia, el pensamiento creativo y el uso de TIC .....	46
III.7 Design Thinking para el diseño curricular .....	48
IV. Metodología y diseño de la investigación.....	51
I.5. IV.1 Estrategia Metodológica .....	51

I.6. IV.2 Diseño del programa co-curricular a través de la Metodología EXD.	54
<b>Empatizar</b> .....	54
<b>Definir</b> .....	57
<b>Seleccionar</b> .....	59
<b>Crear</b> .....	59
<b>Lanzar</b> .....	61
<b>Medir</b> .....	62
IV.3 Revisión de supuestos y el proceso presentación de resultados.....	65
V. Hallazgos a partir de la implementación del diseño instruccional. ....	67
V.1 Perfil de alumnos y acceso a la tecnología y decisiones de diseño de actividades .....	68
V.2 Percepción de habilidades de pensamiento crítico de alumnos y profesores .....	72
V.3 La toma de decisiones y el diseño y desarrollo de un programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología.....	76
V.4 Análisis de la intervención .....	82
VI. De la teoría de lo co-curricular al diseño y la implementación .....	96
VII. Conclusiones.....	106
VIII. Referencias bibliográficas .....	112
Anexos .....	125

## Índice de Cuadros o tablas.

Tabla 1. Conceptos utilizados con mayor frecuencia .....	22
Tabla 2. Categorías y códigos de análisis .....	26
Tabla 3. Resumen de estrategias educativas de acuerdo con su énfasis. ....	35
Tabla 4. Niveles de la taxonomía de Marzano y Kendall traducidos en acciones .	40
Tabla 5. Pruebas más profundas para medir el pensamiento crítico.....	44
Tabla 6. Instrumento de Evaluación de las habilidades de pensamiento crítico ...	64
Tabla 7. Categorías ligadas a habilidades de pensamiento crítico.....	72
Tabla 8. Temas y actividades del taller co-curricular.....	80
Tabla 9. Asistencia de los alumnos durante las 4 semanas de intervención en salones.....	82
Tabla 10. Sistematización de las actividades por escrito llevadas a cabo con el grupo de 4to .....	84
Tabla 11. Sistematización de las actividades por escrito realizadas con el grupo de 5to .....	86
Tabla 12. Sistematización de las actividades por escrito realizadas con el grupo de 6to .....	89
Tabla 13. Recuperación de la pregunta lo que quiero decir .....	94

## Índice de Figuras.

Figura 1. Selección de la muestra a analizar.....	21
Figura 2. Niveles de la Taxonomía de Bloom revisada por Anderson y Krathwohl y de Marzano y Kendall.....	39
Figura 3. Similitudes entre los criterios de Ennis y Weir vs la Taxonomía de Bloom .....	45
Figura 4. Propuesta de Diseño Metodológico.....	52
Figura 5. Modelo E-learning Experience Design .....	54
Figura 6. Fase de Empatizar Modelo EXD .....	55
Figura 7. Fase 2 del Modelo EXD .....	58
Figura 8. Fase 3 del Modelo EXD .....	59
Figura 9. Fase 4 del Modelo EXD .....	60
Figura 10. Fase 5 del Modelo EXD .....	61
Figura 11. Paso 6 del Modelo EXD .....	63
Figura 12. Pasos finales del diseño metodológico .....	65
Figura 13. Estructura de presentación de hallazgos .....	67
Figura 14. Tipo de conexión a internet.....	69
Figura 15. Dispositivo utilizado.....	69
Figura 16. Disponibilidad del dispositivo .....	69
Figura 17. Personas que comparten el dispositivo.....	69
Figura 18. Propiedad del dispositivo .....	70
Figura 19. Tiempo de conexión a internet.....	70
Figura 20. Uso del dispositivo sin ayuda .....	70
Figura 21. Uso de redes sociales y aplicaciones.....	71
Figura 22. Identificar el objetivo, argumentos y supuestos.....	73
Figura 23. Clasificación y análisis .....	73
Figura 24. Punto de vista de otros.....	75
Figura 25. Punto de vista.....	75
Figura 26. Metacognición .....	75
Figura 27. Trabajo en equipo .....	76

Figura 28. Sitio web del taller co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología.....	76
Figura 29. Actividad inicial.....	77
Figura 30. Material para el trabajo en las sesiones presenciales .....	78
Figura 31. Presentación de la forma de trabajo.....	79
Figura 32. Ejercicio de integrador para iniciar cada sesión .....	79
Figura 33. Presentación de los materiales .....	80
Figura 34. Presentación de actividades .....	81
Figura 35 Recordamos para Unir .....	82
Figura 36. Ejemplos de respuestas de los alumnos de 4°.....	85
Figura 37. Trabajo alumnos de 5° .....	87
Figura 38. Trabajos de la sesión 4 de 6° .....	88
Figura 39. Experimentos elegidos para la Feria de la Ciencia. Burbujas .....	89
Figura 40. Imágenes de la Feria de la Ciencia. Mensaje Secreto .....	90
Figura 41. Imágenes de la Feria de Ciencia. Las gotas de agua .....	90
Figura 42. Ejercicio documentado por los estudiantes .....	91
Figura 43. Lo que los niños expresaron que les gustó del programa .....	92
Figura 44. Lo que los niños expresaron que recuerdan del programa .....	93
Figura 45. Feria promovida por alumnos y alumnas de 6° .....	95

## Índice de Anexos

ANEXO I. Descripción de los niveles de la prueba TERCE para Ciencias en 6° de primaria .....	125
ANEXO II Descripción de los Niveles de la Prueba PISA para Ciencias.....	126
ANEXO III Encuesta sobre uso tecnológico: Tecnologías de Información y Conectividad.....	127
ANEXO IV Instrumento de apreciación estudiantil sobre pensamiento crítico ....	128
ANEXO V Instrumento de apreciación para profesores sobre desarrollo de pensamiento crítico .....	129
ANEXO VI. Planeación Didáctica .....	131
ANEXO VII Tabla de sistematización de las observaciones.....	133

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo diseñar, implementar y evaluar un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología que promueva el pensamiento crítico utilizando la metodología de diseño instruccional llamada E-learning Experience Design (EXD) basada en la metodología Design Thinking o Pensamiento de Diseño. Durante el proceso de esta investigación aplicada se eligió como marco metodológico una metodología mixta, con técnicas cualitativas y cuantitativas que apoyaran la descripción de los procesos. En la fase de diseño de la propuesta metodológica que incluyó la selección de la población, de los supuestos de investigación, la selección de variables, la comprobación de supuestos y la implementación, se pusieron en práctica las fases de la metodología de diseño instruccional seleccionado, lo que permitió llegar a las conclusiones con un trabajo más comprehensivo. Entre los resultados que destacan de la investigación está la facilidad para diseñar, implementar y evaluar la propuesta de un taller co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología que promoviera el pensamiento crítico utilizando la propuesta del EXD, gracias a la posibilidad de ir evaluando y haciendo ajustes constantemente.

Palabras clave: Pensamiento Crítico, divulgación, co-curricular, diseño instruccional, design thinking.

## **Abstract**

This research aims to design, implement and evaluate a co-curricular science and art program for boys and girls mediated by technology that promotes critical thinking using the instructional design methodology called E-learning Experience Design (EXD). EXD is based on the Design Thinking methodology. This applied research used a mixed methodology, including qualitative and quantitative techniques to enhance the description of the process due. The choice of the methodological proposal included the selection of the population, the research assumptions, the variables selection, the verification of assumptions and the implementation, all this while implementing the selected instructional design methodology, so that the conclusions of the research are more integral. Among the main results that stood out from this work, was the ease of designing, implementing and evaluating the proposal for a co-curricular science and art workshop mediated by technology that promoted critical thinking using the EXD proposal, because of the constant evaluation and facility to adapt.

Keywords: Critical Thinking, dissemination, co-curricular, instructional design, design thinking.

## **I. Poniendo la mirada en la educación y el desarrollo del pensamiento crítico**

### **I.1. Antecedentes**

Al hacer una revisión de las características de la educación del siglo XXI, destacan los análisis propuestos por organismos internacionales como la UNESCO, y de entre ellos las propuestas del sociólogo y filósofo francés Edgar Morin (2020) quien refiere que en la actualidad nos enfrentamos “cada vez más seguido y de manera más ineluctable, a los desafíos de la complejidad” (pág 14). Esta complejidad pone de manifiesto la necesidad de buscar otro tipo de respuestas, evitar respuestas simples para atender a situaciones u objetos complejos como son y han sido los efectos causados por la pandemia causada por el COVID-19. Si bien sabemos que no es posible para una persona apropiarse de todo el conocimiento generado por los seres humanos, y así dar respuestas que consideren todos los puntos de vista y conocimiento generado, sí podremos ofrecer mejores respuestas si contamos con un método de trabajo que nos permita acercarnos a los retos actuales de una manera compleja. Este método tiene que ver con la capacidad de “cómo confrontar, seleccionar, organizar esos conocimientos de modo adecuado y relacionándolos e integrando en ellos la incertidumbre” (Morin, Festival de Incertidumbres, 2020, pág. 2).

Frente a tiempos complejos y sus implicaciones en la educación desde finales del siglo pasado, Edgar Morin (1999), Jaques Delors (1996) y François Gros (1998) junto a otros autores, participaron en las reflexiones promovidas por UNESCO, muchas cosas se discutieron, pero una que se retoma en este trabajo es la propuesta de Morin de “favorecer la aptitud natural de la mente para hacer y resolver preguntas esenciales y estimular el empleo total de la inteligencia general con el empleo de la curiosidad” (Morin, 1999, pág. 17). Esto dotaría a los estudiantes, y en general a los ciudadanos de habilidades que les permitan adaptarse y hacer propuestas para sociedades complejas en constante cambio.

Para esta investigación es de especial interés hablar del desarrollo de habilidades que apelen a la curiosidad y a resolver preguntas esenciales en la formación de estudiantes de nivel primaria y ligarlas al pensamiento crítico. Se entiende pensamiento crítico como “una actitud intelectual que tiene como objeto (...) el análisis y la evaluación de la estructura y consistencia de los razonamientos, especialmente las opiniones o afirmaciones que las personas aceptan, (...), como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana” (Albertos Gómez, 2015, pág. 38). El pensamiento crítico dota de autonomía para reconocer y explicar a través del metacognoscimiento el proceso seguido en la resolución de problemas (Gotoh, 2017); y tiene una fuerte relación con el pensamiento creativo (Anello, 2019).

En la revisión de la literatura es común encontrar estudios que muestren una relación entre el pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias (Costa, Obara & Broietti, 2020), ya que es a través del sentido común, de la intuición, las generalizaciones, las analogías y las metáforas que el pensamiento crítico ha encontrado un campo fértil para su desarrollo (Tamayo A., Zona, & Loaiza Z., 2015). Es en el rigor del pensamiento científico donde se encuentra una propuesta de trabajo, ya que busca ir más allá de las creencias, permite generar explicaciones que contengan “saberes, procedimientos y valores que desarrollen la competencia crítica de los alumnos en su relación con los demás y con el mundo” (Nomen Recio, 2019, pág. 30). Estas habilidades unidas con actividades de arte fomentan la creatividad al momento de abordar un problema o situación (Anello, 2019).

Para entender la relevancia de esta investigación en el contexto mexicano, contamos con información a través de evaluaciones internacionales en materia educativa desde los primeros años de los 2010. De estas evaluaciones destacan el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE) de 2013 y el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos conocido comúnmente como prueba (PISA), que pusieron de manifiesto la fragilidad de la educación en el desarrollo de habilidades relacionadas al pensamiento crítico. Estas habilidades

tenían que ver con la posibilidad de hacer inferencias, comunicarse con claridad, resolver problemas y tomar decisiones como se detalla a continuación.

En TERCE, una prueba regional promovida por la UNESCO (2015), el 43 por ciento de los estudiantes de 6to de primaria a los que se les aplicó, se encontraban en el Nivel II de cuatro posibles (Anexo I). Es decir, se trataba de estudiantes que eran capaces de interpretar información simple presentada en diferentes formatos, comparar y seleccionar información para tomar decisiones y reconocer conclusiones. Clasificar seres vivos o reconocer el criterio de clasificación a partir de la observación o descripción de sus características. Establecer algunas relaciones de causa y efecto en situaciones cercanas. Sin embargo, son estudiantes que aun no logran aplicar los conocimientos en situaciones diversas, o identificar relaciones con estructuras o sistemas en los que están inmersos, es decir se necesita trabajar en habilidades de análisis, contextualización, aplicación entre otras.

En la prueba PISA, que es una prueba internacional en la que se evaluó a jóvenes de 15 años en habilidades de comprensión lectora, matemáticas y ciencia, se mostró tanto en la evaluación 2015 como en la 2018<sup>1</sup> que en ciencias, los estudiantes se encontraban en el nivel II de cuatro posibles (Anexo II), lo cual reflejaba que se trataba de jóvenes capaces de ofrecer explicaciones en contextos conocidos, y sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas, razonaban directamente e interpretaban literalmente resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico (OCDE, 2016, OCDE, 2019). Sin embargo, son alumnos que aun les cuesta tomar acciones para resolver obstáculos, desacuerdos y conflictos, que les falta trabajar en habilidades de negociación y de dar seguimiento a las soluciones propuestas al trabajar en equipo.

---

<sup>1</sup> En la edición 2021 México no participó.

En ambas pruebas, en lo que se relaciona con el desarrollo del pensamiento crítico a través de las ciencias, se muestra que las habilidades de los niños, niñas y adolescentes para solucionar problemas, tomar decisiones y hacer inferencias con la información que se les provee, es decir usar pensamiento crítico, son básicas. Esta condición es desventajosa al momento de ofrecer soluciones innovadoras y creativas a los problemas actuales cada vez más complejos para los niños y niñas, así como a los adultos en los que se convertirán, con relación a sus pares de otros países. Se muestra una desventaja al adaptarse a futuros complejos.

Tomando en consideración las condiciones actuales de la educación en México, y aprovechado la información obtenida en el censo de población 2020, es posible pensar en el uso de tecnologías de información dentro de las estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico en los niños y niñas, ya que de acuerdo con los datos presentados por INEGI (2021c) en México el 87.5 por ciento de la población tiene acceso a un celular y que el 52.1 por ciento tiene acceso en su casa a Internet. Además de que este acceso en casa se da en un 99 por ciento a través de banda ancha (INEGI, 2021a). Estas condiciones permiten pensar un escenario en el que es factible el uso de herramientas tecnológicas para compartir materiales, trabajos, tareas, resolver problemas y tomar decisiones en un ambiente de trabajo en equipo, colaborativo y cooperativo, en el que los menores puedan interactuar con confianza.

En este primer acercamiento al cambio además se encontró que existen proyectos y programas que buscan a partir de la implementación de actividades extracurriculares, fomentar el desarrollo del pensamiento científico que como se mencionó tiene una fuerte relación con el pensamiento crítico. Muestra de ello es el programa de la Tienda de la Ciencia.

La Tienda de la Ciencia, un programa creado en 2007 por la asociación civil Lute Proyectos, S.C.. Desde su creación contó con el respaldo del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL), para el desarrollo de talleres de ciencia utilizando materiales de vida cotidiana en espacios públicos y patios de

escuelas. Ha sido caso de estudio de tesis y publicaciones de la maestría de la Ciencia y la Cultura del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), y reconocida como parte del grupo de divulgadores de ciencia independientes de Guadalajara (Luna Esqueda, 2015). Se ha presentado en foros nacionales como la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), en foros internacionales como la Asociación Latinoamericana de Investigadores de la Comunicación (ALAIIC) y ha sido invitada recurrente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en el marco de la Feria Internacional del Libro de Guadalajara (FIL). La Tienda de la Ciencia forma parte de la Alianza por una Educación Humanitaria (APEH) que en 2017-2018 recibió fondos de Rotary International para llevar a cabo un programa de formación para solución de conflictos dirigido a alumnos, profesores, padres de familia y líderes comunitarios de 12 escuelas primarias públicas de la Ribera de Chapala.

De 2013 a la fecha ha implementado, un programa co-curricular de educación humanitaria, en diversas escuelas tanto de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) como de la Ribera de Chapala en formato presencial. Este programa cuenta con un manual de actividades y materiales que son entregados a las y los profesores de las escuelas para que lo trabajen con sus alumnos de manera transversal a lo largo de ocho semanas.

A partir de lo expuesto anteriormente se identifica la pertinencia y necesidad de promover las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes principalmente de nivel primaria. Proponiendo una investigación que se sume al desarrollo de un programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología con el interés de promover el pensamiento crítico a través de la divulgación de ciencia con niños y niñas. Este programa promovería la reflexión, la contextualización, la exposición de su punto de vista, la solución de problemas como características deseables en los estudiantes.

De lo descrito anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación:

## 1.2. Pregunta de investigación

¿Cómo desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de los últimos años de primaria a través del diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología?

Y se propone atender a los siguientes objetivos.

## 1.3. Objetivos

El objetivo principal de esta investigación es:

Diseñar, implementar y evaluar un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología que promueva el pensamiento crítico utilizando la metodología de diseño instruccional llamada E-learning Experience Design (EXD) basada en la metodología Design Thinking o Pensamiento de Diseño.

Complementado por los siguientes objetivos específicos:

- Hacer un diagnóstico de los actores participantes en el programa co-curricular de ciencia y arte sobre, competencias digitales y su percepción sobre el pensamiento crítico.
- Identificar y describir con claridad a los actores principales del programa co-curricular: estudiantes, profesores, talleristas a los que va dirigido, para adecuar las estrategias de aprendizaje a sus características.
- Definir el contenido del programa co-curricular de ciencia y arte, incluyendo objetivos de aprendizaje, duración, y temas a abordar para desarrollar pensamiento crítico.
- Seleccionar los recursos didácticos, recursos digitales y tecnología a utilizar para fomentar el pensamiento crítico en un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas.

- Diseñar y producir los materiales definidos como parte del programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas que fomenten el desarrollo del pensamiento crítico.
- Diseñar la estrategia de seguimiento y acompañamiento para implementar el programa-co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología para asegurar la comprensión de los objetivos, el acceso a los recursos didácticos y la entrega de actividades.
- Implementar los recursos digitales creados una vez que fueron montados en la plataforma seleccionada de acuerdo con las características de los actores del programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas.
- Evaluar los objetivos, materiales, recursos didácticos, recursos digitales, estrategia de seguimiento y acompañamiento del programa co-curricular de ciencia y arte para hacer las adecuaciones que permitan mejorar su implementación y validar la metodología E-learning Experience Design.
- Evaluar el desarrollo del pensamiento crítico en los niños y niñas que participaron en el programa de ciencia y arte mediado por tecnología.

Esta investigación parte del supuesto que el diseño instruccional a través del método E-learning Experience Design de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología puede apoyar en el desarrollo de habilidades de pensamiento complejo, específicamente de pensamiento crítico, para dar respuesta a problemas complejos desde una perspectiva multidisciplinar.

En este programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología, diseñado desde el E-Learning Experience Design, modelo surgido del Design Thinking; se retoma la modalidad de comunicación pública de la ciencia y se le añade el elemento del arte como un ingrediente para desarrollar la creatividad. A través del diseño del programa se busca motivar a los niños y niñas a identificar los supuestos detrás de las ideas, creencias, valores o acciones; a imaginar diferentes maneras de pensar y de vivir; a ser escépticos de las

verdades universales; a estar conscientes de su contexto y que puedan hacer propuestas en beneficio de su comunidad.

Tomando en consideración que en México, a nivel estatal en Jalisco, la tasa de matriculación en primaria es superior al 95 por ciento, misma que desciende en secundaria a cerca del 85 por ciento (INEGI, 2021b), resulta pertinente trabajar con el primer grupo de estudiantes, es decir con los alumnos de primaria por ser el más numeroso, además de que se trata de un momento de los niños y niñas que permite el desarrollo de pensamiento lógico (Piaget, 1973).

En cuanto al acceso a la tecnología, por el interés de la mediación tecnológica, el panorama en México muestra grandes retos.

“En 2016, se ubicó en el lugar 87 mundial en el acceso a las TIC y en el ocho en América Latina, detrás de Uruguay, Argentina, Chile, Costa Rica, Brasil, Colombia y Venezuela, en ese orden, según indicadores de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, 2017) con sede en Suiza” (Lloyd, 2020; pág.116).

Esto se evidencia en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de Información en los Hogares (ENDUTIH, 2021) en donde se ponen de manifiesto las desigualdades internas, sólo 37 por ciento de los mexicanos cuenta con una computadora y 75.6 por ciento tiene acceso a internet (INEGI, 2021a), lo que quiere decir que si bien poco más de la tercera parte de los hogares tiene computadora, dos terceras partes de la población tienen acceso a Internet por otros medios, es decir, no acceden a través de la computadora, lo cual es un elemento importante a considerar al pensar en términos educativos y el e acceso a contenidos mediados por TIC.

#### 1.4. Supuestos de Investigación

Frente al problema identificado sobre la necesidad de desarrollar habilidades ligadas al pensamiento crítico en niños y niñas, aunado a la propuesta de

investigación detallada en los objetivos, partimos de una serie de supuestos, que se presentan a continuación.

El diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología a través de la metodología E-learning Experience Design fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Este supuesto a su vez se complementa de los siguientes:

- El diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología a través de la metodología E-learning Experience Design permite un mejor conocimiento de los actores que estarán involucrados en el programa.
- El diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología a través de la metodología E-learning Experience Design permite hacer una mejor selección de los recursos tecnológicos a utilizar gracias al mejor conocimiento de los actores, su contexto y el proceso de medición iterativo encaminado a la mejora del proceso.
- El diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología a través de la metodología E-learning Experience Design permite incluir una gran variedad de herramientas y métodos de aprendizaje que aporten al desarrollo del pensamiento crítico.

## **II. Las relaciones entre el pensamiento crítico, la ciencia y el arte en educación primaria, una revisión al pasado cercano**

El desarrollo del pensamiento crítico ha sido un tema de gran interés en el área educativa, forma parte de las habilidades deseables a fomentar en estudiantes de todos los niveles educativos. Al buscar información sobre el tema, es muy común encontrarse con amplia literatura relacionada con el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación superior, sin embargo, para esta investigación es de interés hacer una revisión de la literatura relacionada con el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación primaria y la relación que éste puede tener con la educación en ciencia.

Para ello se propuso una revisión de la literatura que buscara responder a la interrogante: ¿Es la educación en ciencia para niños y niñas un promotor de habilidades de pensamiento crítico y de la resolución creativa de problemas?

A continuación se presentan la metodología utilizada para responder a la pregunta, los resultados más relevantes de la revisión de la literatura y finalmente su discusión.

Esta fue una investigación documental cuyo objetivo era identificar los proyectos e investigaciones y discusiones teórica que se han publicado en relación con el desarrollo del pensamiento crítico en niños y niñas a través de programas de ciencia en los últimos siete años.

Se determinó, para la selección de materiales, recurrir a artículos académicos de revistas arbitradas de 2014 hasta 2021 que incluyeran los conceptos de “Pensamiento Crítico”, “Niños o Infancia”, “Ciencia” y “Educación o Enseñanza” tanto en español como su traducción al inglés “Critical Thinking” “Kids or Children”, “Science” y “Education and Teaching”. Específicamente la búsqueda se realizó utilizando la siguiente sintaxis: “Critical Thinking” + Kids OR Children + Science + Education OR Teaching y “Pensamiento Crítico” + Niños OR Infancia + Ciencia +

Educación OR Enseñanza en diferentes bases de datos como Ebscohost, Latindex, DOAJ, Scielo, Redalyc, Scimago.

La búsqueda arrojó 1241 documentos en formato de texto completo. Tras un proceso minucioso de revisión de los resúmenes, palabras clave y títulos, se hizo una selección no probabilística de 48 artículos, y se realizó un análisis de ellos utilizando el método Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses 2020 (PRISMA, 2020).

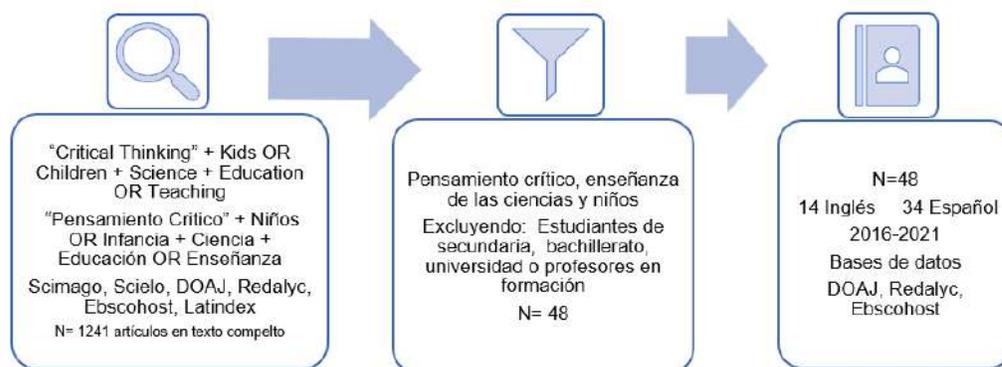
Para catalogar los documentos se procedió a registrarlos de acuerdo con una serie de elementos o características generales como: autor, fecha de publicación, título, editorial, palabras clave, resumen, objetivo, idioma y formato.

Con la información obtenida se definieron cinco categorías de análisis, mismas que sirvieron para realizar el análisis cualitativo de los textos, para lo cual se recurrió al software Atlas Ti.

- Actitudes frente al pensamiento crítico,
- Habilidades de pensamiento crítico,
- Estrategias Didácticas,
- Temáticas / Currículo ligado al pensamiento crítico,
- Relaciones con el pensamiento crítico.

Se realizó una exploración de todos los resultados, y se seleccionaron aquellos que abordaban el pensamiento crítico en etapas de la infancia o bien que hablaban del desarrollo de pensamiento crítico, excluyendo aquellos que se repetían o hablaban expresamente de estudiantes de secundaria, preparatoria, universidad o formación de docentes, lo que derivó en un corpus de 48 artículos para analizar. De estos, 14 en idioma inglés y 34 en idioma español. Lo anterior puede observarse en la figura 1.

Figura 1. Selección de la muestra a analizar.



## II.1 Un primer acercamiento al pensamiento crítico desde la educación

En un primer análisis exploratorio de 48 artículos seleccionados se recuperó el total de menciones de conceptos similares o sinónimos a las categorías de análisis. En la tabla 1 se presentan las menciones de acuerdo con su frecuencia. En este primer análisis destaca la estrecha relación entre el pensamiento crítico y los procesos educativos, sin embargo, también se identifica el reconocimiento del pensamiento crítico como habilidades que se relacionan con la enseñanza de los niños y niñas. A partir de este primer acercamiento observamos que no sólo no podemos hablar de pensamiento crítico sin hablar de educación, y de las habilidades y aprendizajes que se desarrollan, sino que además hay una estrecha vinculación con temas relacionados a las ciencias e incluso a la creatividad que son elementos de interés en esta investigación. En la tabla 1 se muestran los términos identificados junto con la cantidad de menciones que tuvieron de acuerdo con el software Atlas.Ti.

Tabla 1. Conceptos utilizados con mayor frecuencia

Concepto	Frecuencia	Total
<b>Educación + Education + Educational+ Educativa</b>	1668+ 939 +437+400	3,424
<b>Science + Ciencias + Ciencia</b>	1202+ 608+ 368	2,178
<b>Aprendizaje + Learning</b>	811+ 829	1,651
<b>Critical Thinking + pensamiento crítico</b>	631 + 415	1,046
<b>Children + Niños</b>	574 + 437	1,011
<b>Enseñanza + Teaching</b>	492 + 381	873
<b>Skills + Habilidades</b>	512 + 364	887
<b>Conocimiento + Knowledge</b>	484 + 372	756
<b>Creatividad + Creativity  + Creative + Creativo</b>	179 + 90+ 83 + 49	401

## II.2 Descripción de las categorías de estudio

En una segunda fase se generaron 45 códigos en Atlas.Ti, lo anterior para analizar el contenido de los artículos, los códigos correspondieron a temáticas, conceptos y abordajes del pensamiento crítico. Estos códigos se agruparon en cinco categorías: Actitudes frente al pensamiento crítico, Habilidades de pensamiento crítico, Estrategias didácticas, Relaciones con el pensamiento crítico, Temáticas relacionadas con el pensamiento crítico. Cabe resaltar que los códigos utilizados fueron todos en español sin importar el idioma en que estuviera la fuente analizada.

En la categoría actitudes frente al pensamiento crítico, entendida ésta como la disposición manifiesta que se tiene con relación al pensamiento crítico, se encontró entre los autores una tendencia hacia su desarrollo, así como una vinculación con procesos de enseñanza, formación, creación y potencialización de habilidades necesarias en los menores. El pensamiento crítico es entendido como un proceso (Tamayo-Alzate, et. al., 2019), como el desarrollo de capacidades (Núñez-Lira, et.al., 2020; Uskola, et.al., 2021) y más comunmente como el desarrollo de habilidades (Castell, 2021, DeJarnette, 2018, Lamb et.al. 2019, Lugo Bustillos, 2019, Kucherenko, et.al., 2020; Peña Rañileo et.al., 2021).

Ya sea que se plantee desde el ámbito curricular como una habilidad necesaria para el aprendizaje (Lugo Bustillos, 2019), que permite aprovechar la inquietud natural de los niños y niñas (DeJarnette, 2018) quienes motivados a hacer preguntas más críticas se convierten en aprendices exitosos (Hu, Chiu, & Chiou, 2019; o que se proponga como una estrategia pedagógica (Núñez-Lira, et.al., 2020), que les permita crear mayor conciencia de su entorno (Castell, 2021) a través de temas sociocientíficos que los involucran y los llevan a tomar decisiones y emprender acciones (Uskola, et.al., 2021). El pensamiento crítico se convierte en un elemento clave en la didáctica de la ciencia (Tamayo-Alzate, et.al., 2019), usando la modelación (Olarte García, 2020), promoviendo el razonamiento científico, y junto con habilidades como el pensamiento lateral, creando una red interconectada de sistemas, datos e información (Lamb et.al. 2019).

Sin embargo, el desarrollo del pensamiento crítico también se observa en programas de enriquecimiento musical (González Arreola & Chávez Soto, 2021), en la enseñanza de la lengua y habilidades de comunicación (Kucherenko et.al., 2020), para potenciar la creatividad (Cuetos Revuelta et.al., 2020) que fomentará un aprendizaje profundo, la colaboración (Peña Rañileo et.al., 2021), la ciudadanía, el liderazgo y el autoaprendizaje (Olarte García, 2020).

Lo anterior se vincula con la siguiente categoría de análisis denominada, las habilidades del pensamiento crítico, cuyo contenido y menciones se muestran en la tabla 2. En ésta, se entiende la habilidad desde su definición básica, como la capacidad y disposición para hacer algo (RAE, 2021); en este caso, pensar de manera crítica. Se encontró por tanto que no existe consenso en cuanto a las habilidades ligadas al pensamiento crítico. Algunos autores equiparan el desarrollo del pensamiento crítico con habilidades de pensamiento superior (Kraft, et.al., 2016) y hacen una lista de ellas, entre las que destacan: analizar, comprender, identificar relaciones, identificar diferentes puntos de vista (Abadzi, 2016; Jones, 2016), a las que se agrega la metacognición (Sbarbati Nudelmann, 2017; Tamayo-Alzate et. al., 2019) y la argumentación (Artidiello Moreno, 2018; Cebrian Robles, 2019). Algunos otros identifican en la enseñanza de las ciencias las habilidades de

pensamiento creativo, incluyen la observación, (DeJarnette, 2018; Tamayo A. et. al., 2015), la contextualización (Dailey, 2017; Kraft, et.al., 2016; Kucherenko, et.al.; 2020) y la colaboración (Gómez Núñez et.al.; 2017, Peña Rañileo et.al., 2021; Priego Vázquez & Castro, 2021) como necesarias en un pensador crítico.

En la tercera categoría en que se abordan las estrategias didácticas propuestas para desarrollar estas habilidades se recogen aquellas que hablan de estrategias didácticas como plantear preguntas o indagar (Hu, Chiu, & Chiou, 2019; Stieben & Gastón, 2017), el aprendizaje por proyectos (Castell, 2021; Gómez Núñez et.al., 2017; González Fernández et.al., 2021; Sbarbati Nudelmann, 2017; Schroth & Heifer, 2017; Uskola, et.al., 2021). O la más nombrada, la solución de problemas (Abadzi, 2016; Kucherenko et.al., 2020; Priego Vázquez & Castro, 2021; van de Oudeweetering & Voogt, , 2018); que aplica tanto a temas de ciencia (Abadzi, 2016; DeJarnette, 2018; Hu, Chiu, & Chiou, 2019; Jones, 2016; Olarte García, 2020; Sbarbati Nudelmann, 2017; Tamayo Alzate. et.al., 2015; Vilchez-Durán, 2019), de uso de tecnologías de información (González Fernández, et.al., 2021; Lamb, et.al., 2019); desde una perspectiva transversal (Dailey, 2017; Díaz-Mendoza & Prada-Sánchez, 2019; Núñez-Lira, et.al., 2020); para abordar temas complejos.

La cuarta categoría de análisis denominada: relaciones con el pensamiento crítico se refiere a aquellas situaciones, características o habilidades que se relacionan con el pensamiento crítico, fomentando o potencializando su desarrollo, pero que no son exclusivas de este; en la tabla 2 se pueden ver las siete que se analizaron y de las cuales se puede hablar del pensamiento creativo, reconocida como una de las habilidades del siglo XXI (Cuetos Revuelta et.al.; 2020; Sbarbati Nudelmann, 2017; van de Oudeweetering & Voogt, 2018) que se desarrolla cuando se pone a los estudiantes en situaciones que deben enfrentarse a situaciones reales (González Fernández et.al., 2021; Hu, Chiu & Chiou, 2019) y ofrecer soluciones en contextos específicos. Estas soluciones pueden venir a través de procesos de experimentación (Tamayo-Alzate et. al.; 2019, Uskola, et.al., 2021), innovación (Buitrago Bonilla, 2020, Jaramillo Naranjo, 2019),

emprendimiento (Gómez Núñez et.al., 2017) o de prospección (Díaz-Mendoza & Prada-Sánchez, 2019) las cuales aprovechan la curiosidad (Artidiello Moreno, 2018) natural de los seres humanos.

En la última categoría propuesta llamada: temáticas relacionadas al pensamiento crítico se abordan temas relacionados con el pensamiento crítico desde una perspectiva curricular. En esta categoría se identificaron 12 temáticas como se pueden ver en la tabla 2, en donde se habla de las ciencias en general (Tamayo A. et, al., 2015), de las ciencias naturales (Tamayo-Alzate et, al., 2019; Sbarbati Nudelmann, 2017). Pero también se desagregan en temas específicos como los relacionados con medio ambiente (Franquesa-Soler, 2020; Terrón Amigón, 2019; Uskola et.al., 2021) o con las matemáticas como una disciplina y un lenguaje propio (Seah & Beencke, 2019; Olarte García, 2020). Se incluye en el análisis aquellas habilidades necesarias para desempeñarse en el campo de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas conocidos como STEM (DeJarnette, 2018; Jones, 2016, Kraft, et.al., 2016) o con el agregado del campo artístico conocido como STEAM (González Fernández, Flores González, & Muñoz López, 2021).

A manera de resumen podemos ver en la tabla 2 cada una de las categorías analizadas, acompañadas de los códigos que la conforman y la frecuencia con la que apareció en los documentos revisados.

Tabla 2. Categorías y códigos de análisis

Categoría	Descripción de la categoría	Código de análisis	Frecuencia
<b>Actitudes frente al pensamiento crítico (6)</b>	Se refiere a la forma en la que se propone o se habla del fomento del pensamiento crítico	Desarrollo de habilidades	17
		Crear o Potenciar habilidades	2
		Formación /Training	5
		Enseñanza	18
		Competencias	4
		Capacidades	2
<b>Habilidades de pensamiento crítico (13)</b>	Se refiere a las habilidades (Skills) relacionadas con el desarrollo del pensamiento crítico	Analizar	21
		Comunicar	22
		Comprender	15
		Argumentar	22
		Colaborar	12
		Metacognición	10
		Contextualizar	9
		Preguntar	9
		Planear	8
		Sintetizar	5
		Recolectar Información	5
		Evaluar	4
		Observar	2
		<b>Estrategias Didácticas (7)</b>	Se refiere a las estrategias didácticas sugeridas para desarrollar el pensamiento crítico en los niños y niñas.
Uso de TIC	11		
Transversalidad	8		
Aprendizaje por Proyectos	6		
Experimentos	2		
Retroalimentar	2		
Indagación	2		
<b>Relaciones con el pensamiento crítico (7)</b>	Se refiere a los tipos de pensamiento, actividades y actitudes con las que se relaciona el pensamiento crítico.	Pensamiento Creativo	21
		Innovación	8
		Aprendizaje Significativo	6
		Curiosidad	5
		Pensamiento Prospectivo	1
		Emprendimiento	2
		Pensamiento Profundo	1
<b>Temáticas / Currículo ligado al pensamiento crítico (12)</b>	Se refiere a las principales temáticas o campos de estudio desde los que se busca desarrollar el pensamiento crítico en los niños y niñas]	Ciencias	18
		Matemáticas	10
		Sustentabilidad / Medio Ambiente	10
		Ciencias Naturales	9
		STEM / STEAM	8
		Filosofía	2
		Arte	2
		Salud	2
		Lectura	1
		Motricidad	1
		Robótica	1
		Ciencias sociales	1

### II.3 Desarrollo del pensamiento crítico a través de la enseñanza

El primer punto por destacar es que existe prácticamente un consenso en lo que refiere la importancia de promover desde la educación formal el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes como una de las habilidades de los estudiantes del siglo XXI (Kraft, et.al., 2016; Sbarbati Nudelmann, 2017; Castro Inostroza, et.al., 2020; Cuetos Revuelta, 2020; Quiceno Botero, 2020; Espada Chavarría, 2019), que si bien es una habilidad que se va desarrollando gradualmente (Nuñez Lira, 2020) es posible ir profundizando en él conforme los estudiantes van avanzando en su proceso de formación escolar, por lo que puede ser identificado como una competencia (van de Oudeweetering & Voogt , 2018; Kucherenko, et. al., 2020; Priego Vázquez & Castro, 2021; Peña Rañileo, et.al., 2021). “La enseñanza y el aprendizaje para pensar críticamente, si se desarrollan durante la educación básica, tendrán repercusión en la vida adulta” (Nuñez Lira, 2020, pág 38), ya que dota a los pensadores críticos de habilidades para el trabajo (Abadzi, 2016; Sbarbati Nudelmann; 2017; Gómez Núñez, et.al., 2017). Por lo que debe de ser un derecho garantizado por el Estado (Priego Vázquez & Castro, 2021).

Sin embargo, aunque no existe un consenso para definir qué es el pensamiento crítico, algunos autores como Elder y Paul (2003), Halpern (2014), Mulnix (2012), Lamb, et.al. (2014), son a los que se recurre con mayor frecuencia para definir el concepto, y de los que destaca el que se vea, al pensamiento crítico, como una habilidad de pensamiento superior, que se manifiesta como una postura personal a través de la cual se pueden establecer puntos de vista y tomar decisiones en relación con la información que se recibe. (Sanchez-Mora, et. al., 2020; Seah & Beencke, 2019; Jaramillo Naranjo, 2019)

En esta revisión de la literatura también destaca que aun con la diversidad de definiciones, hay características o habilidades con las que más se le relaciona, una de ellas es la argumentación, una habilidad deseable en las personas con pensamiento crítico ya que implica analizar, sintetizar, comprender y comunicar de manera clara, desarrollando o diseñando escalas para definir niveles de este tipo

de habilidades (Villanueva Meneses & González Melo, 2021). El desarrollo del pensamiento crítico tiene una relación casi indisociable con la solución de problemas y el pensamiento creativo, ya sea como una estrategia didáctica relacionada a la enseñanza de las ciencias (Tamayo Alzate, 2014; Sbarbati Nudelmann, 2017; Lamb, et. al., 2019; Vilchez-Durán, 2019; Uskola, et.al., 2021; Tamayo Alzate, et. al., 2015; O'Connor, 2021; Tamayo-Alzate, 2019; Lamb, et.al., 2019), o bien como una habilidad ligada al emprendimiento, la innovación y el Design Thinking (Magro Gutiérrez & Carrascal Domínguez, 2019) y en donde la curiosidad es un ingrediente indispensable (Tamayo Alzate, et. al. 2015; Mora Pedreros, 2020) que puede ser aprovechado como motivador en los niños y niñas.

En la literatura se habla del pensamiento crítico como parte de las estrategias usadas en temas de cuidado y respecto al medio ambiente (Espada Chavarría, 2019; Schroth & Heifer, 2017; Castell, 2021; Pozo-Muñoz, et. al., 2021), en temas ligados a la enseñanza de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM) por sus siglas en inglés, como herramienta de empoderamiento, (Kraft, et.al., 2016; Jones, 2016; Dailey, 2017; DeJarnette, 2018; Hu, Chiu, & Chiou, 2019; Seah & Beencke, 2019; Castro Inostroza & et.al., 2020; Olarte García, 2020; Schroth & Heifer, 2017) así como de la robótica y la innovación (González Fernández, et. al., 2021).

Otros autores proponen analizar la relación entre pensamiento crítico y el uso de las tecnologías de información, a través de la alfabetización visual y la comunicación (Magro Gutiérrez & Carrascal Domínguez, 2019) para apoyar a reducir la brecha digital (Stieben & Gastón, 2017), así como en la generación de preguntas e investigación como parte de la comunicación pública de la ciencia, (Fagotti Kucharski, 2020), y en la discusión de temas actuales ligados a la salud (Sánchez-Mora, et. al., 2020; Martínez García, 2021) que permitan emitir juicios y tomar decisiones. Otros más encuentran la relación desde la filosofía (Mora Pedreros, 2020; Buitrago Bonilla, 2020) el aprendizaje a través de la lectura promoviendo la autonomía (Nuñez Lira, 2020) el reconocimiento del contexto

(Artidiello Moreno, 2018) y el uso de nuevos códigos y lenguajes en el aprendizaje de idiomas mediado por tecnología (Mamchur, et. al., 2020)

Finalmente al hablar de las implicaciones de desarrollar el pensamiento crítico, el foco no está en las disciplinas o en lo que los estudiantes deben saber, sino en la labor de los docentes como formadores de ciudadanos (Van de Oudeweetering & Voogt, 2018). Docentes que educan con una visión integral desde las humanidades y las ciencias (Castro Inostroza, et.al., 2020), que desarrollan habilidades para comprender desde la historia, la geografía, las ciencias (Quiceno Botero, 2020), con habilidades de uso de diversos lenguajes y que pueden modelar (Olarte García, 2020) los aprendizajes deseados. Docentes que promueven la formación de personas más comprometidas como agentes de cambio (Santamaría-Cárdaba & Carrasco-Campos, 2020), empoderadas y con habilidades para la toma de decisiones (Castell, 2021). Todo esto encaminado a tomar posturas frente a situaciones bélicas, injustas o violentas (Mora Pedreros, 2020) con una visión integral.

Regresando al interés inicial de identificar la relación entre pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias en educación primaria, se puede concluir que, se cuenta con un amplio número de ejemplos en donde se muestra una fuerte relación entre el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, la solución de problemas y el pensamiento creativo. En donde la enseñanza de las ciencias, y de las STEM, son utilizadas como estrategias metodológica para fomentar en los niños y niñas, las habilidades de cuestionar, analizar, sintetizar, argumentar y comunicar.

Si bien esta investigación estuvo limitada por la capacidad de análisis de las fuentes de información encontradas en texto completo, tiene una aportación importante al haber considerado la búsqueda de información tanto en español como en inglés, y al haber logrado hacer el filtro de la información sobre pensamiento crítico en educación superior que es la que predomina.

Asimismo, se debe reconocer que gracias a esta investigación documental, también quedó en evidencia que el campo de la comunicación pública de la

ciencia con niños y niñas y su relación en el desarrollo del pensamiento crítico y el uso de las tecnologías de información, es un campo que no ha sido del todo documentado, y que por tanto abre líneas de estudio para proyectos futuros.

### **III. Fundamentación teórica. Del diseño curricular a Design Thinking**

En este apartado se presenta la fundamentación teórica de los conceptos principales que servirán como guía para el análisis de los resultados de la investigación como de la intervención. Se incluyen “aquellos supuestos de carácter general que resultan necesarios para argumentar” (Leal Carretero, 2017, pág. 19) sobre la pregunta y los supuestos de investigación propuestos. Dado que este proyecto, busca desarrollar el pensamiento crítico, a través del diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología para niños y niñas de los últimos tres años de educación primaria, se propone el desarrollo de los conceptos principales en el siguiente orden: diseño curricular y co-curricular en educación básica, debido a que es el marco para entender los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de los cuales se promueve el desarrollo cognitivo de los niños y niñas de primaria. El siguiente concepto son, habilidades de pensamiento ligadas al pensamiento crítico que busca desarrollar a través de la comunicación pública de la ciencia, el pensamiento creativo haciendo uso de los recursos tecnológicos. Finalmente se habla del design thinking o pensamiento de diseño como la estrategia metodológica para desarrollar el programa co-curricular.

#### **III.1 Diseño Curricular y co-curricular en educación básica**

El diseño curricular desde una perspectiva educativa puede ser entendido como el proceso que posibilita el acceso a una educación de calidad. Pone de manifiesto la pedagogía, la o las teorías del aprendizaje, la metodología, las actividades y acciones específicas a realizar en un orden sugerido para el logro de objetivos de aprendizaje, “intenta conectar las intenciones y las acciones del proceso de enseñanza” (Molina et. al. 2000 en Hernández Medrano. 2019, pág. 12). Es la identificación de “las capacidades, valores, contenidos y métodos-procedimientos” (Fonseca Pérez, 2017, pág. 91) que se quieren desarrollar en los estudiantes y que les permitirán hacer frente a los desafíos de la complejidad (Morin, 2020b, pág. 14).

El diseño curricular es un reflejo de la cultura actual y de la cultura que se quiere formar, es un proceso de intervención educativa para “diseñar y desarrollar la cultura propia, para socializar y enculturar a las nuevas generaciones de niños y jóvenes” (Fonseca Pérez, 2017, pág. 89). De ahí que el diseño curricular responda a un modelo o teoría de la educación de quienes lo realizan. Desde una perspectiva constructivista “permite una concepción educativa determinada que al ejecutarse pretende solucionar problemas y satisfacer necesidades, y en su evaluación posibilita el perfeccionamiento del proceso de enseñanza – aprendizaje” (Fonseca Pérez, 2017, pág. 91). También es importante considerar que el logro de los objetivos planteados está fuertemente influido por los recursos, las condiciones socioculturales y económicas de donde se piensa implementar (Freire Quintana, et. al., 2018).

El diseño curricular posibilita la definición no sólo de los principios que la sustentan, sino y sobre todo de la traducción en acciones concretas que permiten la transmisión y creación de conocimiento. Este marco, en algunos casos bastante flexible, responde a diferentes impulsos, por un lado toma en cuenta el contexto en que se aplicará, la cultura, los recursos humanos, tecnológicos, la infraestructura, y por el otro las habilidades y competencias individuales y colectivas para promover el desarrollo de las capacidades y personalidad de los niños y niñas. Es un proceso que puede desarrollarse en un currículo establecido dirigido por los docentes o bien, puede acompañarse de actividades co-curriculares, que complementen los aprendizajes y sean implementados por agentes externos que irrumpen la cotidianeidad del aula.

En lo que refiere al ámbito co-curricular se recoge uno de sus fundamentos filosóficos de Singh (2017) quien propone hacer actividades que estén fuera del currículo formal propuesto por las autoridades o instituciones educativas, pero que posibilitan el volver al currículo formal y enriquecerlo. Aunque cada vez es más común que este tipo de actividades se vayan integrando a la práctica educativa, y existe la posibilidad de que en un futuro deje de ser tan evidente la diferencia entre actividades curriculares y co-curriculares (Singh, 2017), aún no es el caso en el

contexto de esta investigación. Es importante destacar otra característica lo co-curricular, se trata de actividades estructuradas con objetivos definidos, con una pedagogía bien establecida, así como materiales y recursos específicos, que vuelven al diseño curricular formal para enriquecer la formación de los estudiantes, en este caso los niños y niñas de los últimos años de primaria.

Esta propuesta de diseño co-curricular, busca el desarrollo de habilidades y aprendizajes en los niños y niñas que les permitan ser capaces de hacer por sí mismos (Vygotski, 1984) aquello que inicialmente hacían con ayuda de un adulto. Además, el diseño co-curricular de esta propuesta, retoma en los contenidos la triada propuesta por Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas (2005) aprendizajes declarativos (saber qué), procedimentales (saber hacer) y actitudinales valorales (saber ser). Éstos a su vez son “parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza” (Díaz Barriga Arceo, 2003, pág. 2), lo cual remite nuevamente a hacer adecuaciones acordes a los contextos particulares en que son aplicados.

Se habla de una propuesta de diseño co-curricular donde el proceso de enseñanza aprendizaje ponga al estudiante en el centro, en el que éste se convierta en sujeto activo de su propio aprendizaje. Esto implica “una concepción curricular [co-curricular en este caso], más flexible” (Fonseca Pérez, 2017, pág. 92), que permita la realización de proyectos que involucren diversas materias, incluso que puedan ser trabajados de manera inter-nivel o intergeneracional aprovechando la posibilidad que abre el uso de las tecnologías de información y el internet (Díaz Barriga, 2020).

Se busca diseñar experiencias de aprendizaje que permitan comprender que situaciones particulares están articuladas con “principios y situaciones generales” (Amadio, et. al., 2013, pág. 3), que exigen procesos mentales de reflexión, de síntesis que vayan más allá de la dicotomización o separación en fragmentos desarticulados, ya que estos atrofian “las posibilidades de comprensión y de reflexión (...) o de una visión a largo plazo” (Morin, 2020b, pág. 14), y donde se

quiere formar estudiantes que puedan hacer frente a situaciones complejas, atendiendo al contexto específico en que se encuentran.

Así, existen propuestas de diseño curricular en educación básica, en donde se elaboran marcos curriculares de referencia por ciclos, que pueden considerarse inclusivos (Amadio et, al., 2013) cuando, se crean en ambientes colaborativos de aprendizaje cumpliendo una triple función: 1) facilitar la articulación e implementación de un enfoque integrado para promover la justicia, cohesión e inclusión social, 2) promover el bienestar social, afectivo y cognitivo de los alumnos, 3) incluir a niñas y niños de diferentes procedencias a través de procesos de socialización y ambientes de aprendizaje heterogéneos como pueden ser las actividades co-curriculares.

### III.2 Procesos de Enseñanza-Aprendizaje

Las decisiones tomadas al momento del diseño curricular y co-curricular derivan en el diseño de las estrategias de enseñanza- aprendizaje, las cuales se entienden como un:

conjunto interrelacionado de funciones y recursos, capaces de generar esquemas de acción que hacen posible que el alumno se enfrente de una manera más eficaz a situaciones generales [...] que le permitan incorporar y organizar selectivamente la nueva información para solucionar problemas de diverso orden (González Ornelas, 2008, pág. 3).

Estas estrategias de enseñanza-aprendizaje están ligadas al currículo desarrollado, pero también a las interpretaciones y concepciones que hace de éste el profesor y que se traducirán en la selección de los recursos y materiales didácticos a utilizar en las situaciones pedagógicas que planee (Moreno Restrepo & Soto Triana, 2019). De esta manera la propuesta de técnicas, actividades o juegos que se sumarán a los recursos disponibles para lograr un objetivo de aprendizaje (Luzardo, 2016), deben considerar a los estudiantes en el centro del proceso y a los profesores como facilitadores. Sin embargo, en este proceso es

importante que el profesor conozca a sus estudiantes desde una perspectiva biopsicosocial, sabiendo qué los motiva, conociendo sus estilos de aprendizaje y sus conocimientos previos, de forma que se puedan usar como andamios (Bruner, 1988), y posibilite a los estudiantes partir a la zona de desarrollo próximo (Vygotski, 2015).

En lo que refiere a las estrategias y técnicas educativas se habla de diferentes énfasis al momento de diseñar los ambientes de aprendizaje, cada una tiene un espacio y función dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. La tabla 3 presenta un resumen de algunas de las estrategias educativas más utilizadas de acuerdo con su énfasis.

Tabla 3. Resumen de estrategias educativas de acuerdo con su énfasis.

Estrategias Centradas en el Alumno	Estrategias Centradas en el Profesor	Estrategias Centradas en el Proceso	Estrategias Centradas en el Conocimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de Problemas</li> <li>• Método de Casos</li> <li>• Método por Proyectos</li> <li>• Enseñanza por descubrimiento</li> <li>• Indagación</li> <li>• Tutoría</li> <li>• Juego de rol</li> <li>• Análisis colaborativo de datos relevantes</li> <li>• Aprendizaje visual, mapas y organizadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñanza Tradicional</li> <li>• Exposición</li> <li>• Clase Magisterial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación</li> <li>• Seminario Investigativo</li> <li>• El Método de 4 pasos</li> <li>• El Modelo Didáctico operativo.</li> <li>• Enseñanza mediante conflicto cognitivo</li> <li>• Investigación Dirigida</li> <li>• Taller Educativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje por transferencia analógica</li> <li>• Explicación y Contrastación de Modelos.</li> <li>• Pasantías.</li> <li>• Enseñanza para la comprensión</li> </ul>

Nota: Con datos de Parra Pineda (2003) y Díaz Barriga Arceo (2005)

En las estrategias centradas en el alumno, el énfasis está puesto en lo que pueden descubrir a partir del ir experimentando, investigando, siendo activos, lo cual se contrapone a las situaciones en las que el centro está en el profesor, en donde éste es el encargado de hacer toda la discriminación de la información que se compartirá, de los temas que se abordarán y la forma en que se transmitirá y en donde el rol del alumno es más de pasiva. En las estrategias con énfasis en el proceso, el centro de la atención está en el cómo, en identificar los pasos para llegar a conseguir los objetivos trazados. Por último, en las estrategias centradas en el conocimiento, se busca establecer estrategias que promuevan la metacognición y saber cómo se produce y difunde el conocimiento.

Cada una de estas estrategias ayuda a la creación de situaciones de aprendizaje específicas y están en función de los recursos (humanos, materiales, tiempo), de los objetivos perseguidos, y de los niveles de desarrollo de las habilidades cognitivas de los estudiantes, por lo que si bien hay una fuerte tendencia por promover que los alumnos estén en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y en donde el papel del profesor sea más de facilitador, hay situaciones en las que se puede recurrir a una exposición magistral del profesor, posiblemente como momento detonador para continuar con un modelo de experimentación.

En educación básica el acompañamiento del profesor es muy cercano, debido a que los estudiantes están desarrollando habilidades de autonomía y autogestión. Este acompañamiento es un proceso que podemos entender desde la propuesta de currículo en espiral de Bruner (1988), en el cual se va logrando un mayor grado de profundidad al entender un tema dependiendo el nivel de desarrollo cognitivo. Dadas estas diferencias en el desarrollo de cada uno de los niños y niñas, ya sea ligado a su edad y/o a su grado escolar, un mismo tema puede ser abordado en diferentes grados escolares, utilizando diferentes estrategias acordes al andamiaje cognitivo y al desarrollo en diferentes áreas personales.

El currículo en espiral permite que los niños y niñas, por ejemplo, puedan hablar de la importancia del medio ambiente reconociendo en los primeros años de primaria que son parte del lugar donde viven y cuáles son los elementos característicos de ese sitio. En un siguiente ciclo escolar además pueden de hablar los efectos de los fenómenos y desastres naturales en el medio ambiente cercano y comenzar a identificar como mitigar o reducir estos efectos. Y finalmente en los últimos bloques hablar de cómo las actividades humanas y los procesos industriales han tenido un impacto por ejemplo en la emisión de gases de efecto invernadero y hablar de posibilidades de usos de distintas fuentes de energía para reducir la velocidad de aumento de la temperatura a nivel global. Es decir, se aborda un mismo tema desde un ámbito cercano, se complejiza y

aumenta su escala conforme los alumnos se van haciendo de más conocimientos y van madurando en su trayectoria escolar.

Es la propuesta del espiral de Bruner (1988) y las actividades con énfasis en el alumno que esta investigación encuentra elementos para crear y fortalecer el andamio de los estudiantes que formarán parte del programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología.

#### III.4 Desarrollo cognitivo y habilidades de pensamiento

Hasta el momento, se ha mencionado cómo el diseño curricular y co-curricular puede establecer una relación de complementariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje de niños y niñas. De la influencia en las elecciones de los profesores respecto a las estrategias didácticas a utilizar y del diseñar currículos en espiral que se apoyen en los conocimientos previos y aumente el grado de profundidad con que se puede conocer un tema.

Lo anterior complementará la concepción del aprendizaje como un proceso social (Vygotski, 2015; Bruner, 1988), que nos permite hablar del desarrollo de habilidades de pensamiento como atención, sensación, percepción y memoria, desde una perspectiva Vygotskiana, así como de las taxonomías que intentan explicar el desarrollo de las habilidades cognitivas y su relación con la etapa de desarrollo de los niños y niñas de 4to a 6to de primaria.

La concepción de desarrollo cognitivo de Vygotski plantea que los niños y niñas suelen ver totalidades indiferenciadas, que primero desarrollan habilidades sensoriales, pero con ayuda del lenguaje oral y el mental van estableciendo categorías que cambian la percepción del entorno, lo que permite un mayor desarrollo y dominio de la memoria (Vygotski, 2015). Sin embargo, estudios como los de Karmiloff-Smith (1994) prueban que los niños y niñas desde el inicio de su desarrollo cognitivo cuentan con sistemas cognitivos que les permiten discriminar y organizar la información de acuerdo a diferentes áreas de conocimiento, lo que permite que se parta de variadas posibilidades, pues ya no se habla de una

totalidad indiscriminada. Es con este abanico de posibilidades que los niños y niñas participan en la educación escolarizada, haciendo que en un salón de clases se encuentren niños y niñas con gran variedad de sistemas cognitivos previos, lo cual es un gran reto para los profesores al momento de diseñar sus clases.

En la teoría del desarrollo cognitivo de Jerome Brunner (1988) y su relación con la educación se plantea la teoría de la instrucción, la cual plantea la manera en que se generen las condiciones óptimas que permitan el desarrollo humano a través de la adquisición de conocimientos y habilidades que puedan ser no sólo observadas, sino también evaluadas. Es deseable que en los alumnos se fomenten no sólo habilidades básicas de comunicación que permitan la socialización, sino que puedan desarrollar habilidades que les permitan conceptualizar sus actividades mentales como se hace a través de la conciencia reflexiva. Esta posibilidad de dar cuenta de sus propias actividades mentales es una habilidad de pensamiento superior, deseable en niños y niñas, que puede comenzar a desarrollarse con mayor fuerza conforme fueron avanzando por otro tipo de habilidades que como se verá más adelante están también relacionadas con el pensamiento crítico.

La Taxonomía de Bloom creada en 1956 y revisada en 2001 por Lorin Anderson y David R. Krathwohl, suele usarse para identificar el desarrollo de habilidades de pensamiento tanto de nivel inferior, medio y superior. La taxonomía consta de seis niveles, representados por las acciones que se realizan en cada una de ellas. En las habilidades de nivel inferior se habla de aquellas que tienen un proceso más mecánico, y podría decirse más pasivo, pues se trata de recordar y entender son procesos de aprendizaje que fueron diseñados con énfasis en el profesor. En el nivel medio hablamos de habilidades que ya deben mostrar qué es lo que se puede hacer con lo que se aprendió, son habilidades que llevan a la acción, que se ponen en práctica y que como se comentaba en la tabla 3, pueden verse en el aprendizaje con énfasis en el proceso y en el alumno. Y en el nivel superior tenemos habilidades que permiten además comprender por qué se hizo lo que se hizo, analizar y hasta proponer nuevas formas de hacer o conocer, gracias a la

evaluación, en este nivel suelen identificarse estrategias con énfasis en el estudiante y en el conocimiento.

En la figura 2 se presentan los seis niveles de Lorin y Anderson y los tres niveles de Bloom en que se clasifican las habilidades y que suelen ser muy utilizadas por los profesores al momento de hacer la planeación de sus cursos. Esta taxonomía fue revisada por Marzano y Kendall quienes propusieron una adecuación considerando que en ocasiones al implementar la propuesta inicial era difícil distinguir entre niveles. Su propuesta consistió en complejizar los aprendizajes de los estudiantes, y agregar un nivel que retoma los dominios del conocimiento al modelo bidimensional de Bloom (1956) (Marzano y Kendall, 2007). Esta propuesta se compara con un aprendizaje en espiral de Brunner (1988) ya que el camino seguido por los estudiantes para desarrollar los tres niveles de aprendizaje no es lineal.

Figura 2. Niveles de la Taxonomía de Bloom revisada por Anderson y Krathwohl y de Marzano y Kendall



Nota: Con datos de Marzano & Kendall, 2007, González Murillo, 2017 y Alvarez Cisternas y Valdebenito Pinochet (2017)

Así, en el proceso de socialización en los ambientes educativos, los niños podrán transitar por estos niveles y desarrollar habilidades que les permitan enfrentarse a situaciones problemáticas, retadoras, novedosas, e inciertas, recurriendo a comparaciones con aprendizajes previos y generando nuevos. Mismos que pueden ser acompañados cuando se intencionan desde el diseño pedagógico y promover el aprendizaje por descubrimiento como propuso Jerome Bruner (1988).

De acuerdo a los estudios psicológicos desarrollados por Piaget (1973), hay un consenso en que los niños de 8 a 11 años, que es la edad promedio de los niños que cursan el 4°, 5° y 6° grado de primaria en México, han alcanzado un cierto grado de madurez. Esta les permite periodos de mayor concentración, que les facilita el desarrollo del pensamiento lógico y aumentar la capacidad de razonamiento, lo que es favorable para el desarrollo de habilidades de orden superior desde la propuesta Marzano y Kendall (2007): Utilización, Metacognición y Conciencia del ser; o desde la perspectiva de Bloom (2001): Analizar, Evaluar, Crear.

Estas taxonomías también son un referente al momento del diseño de ambientes o experiencias de aprendizaje, debido a la facilidad con que puede traducirse en objetivos de aprendizaje que sirvan en el proceso de diseño como se puede ver en la tabla 4 y que son usados como verbos para cada uno de los niveles propuestos por Marzano y Kendall (2008) siendo fundamentales en el proceso de diseño.

Tabla 4. Niveles de la taxonomía de Marzano y Kendall traducidos en acciones

Nivel	Acciones/ Verbos
<b>Recuerdo</b>	Seleccionar, Identificar, Determinar, Ejemplificar, Nombrar, Listar, Declarar, Describir, Completar, Sumar, Restar, Dividir, Bosquejar, Escribir, Hacer, Colocar, Usar.
<b>Comprensión</b>	Describir, Explicar, Relacionar, Parafrasear, Resumir, Representar, Ilustrar, Mostrar, Usar Modelos, Diagramar, Graficar.
<b>Análisis</b>	Categorizar, Diferenciar, Discriminar, Distinguir, Clasificar, Crear una analogía, Crear una Metáfora, Revisar, Diagnosticar, Evaluar, Criticar, Concluir, Generalizar, Deducir, Juzgar, Predecir, Argumentar
<b>Utilización</b>	Decidir, Adaptar, Desarrollar una estrategia, Proponer una forma de hacer, Generar, Probar, Predecir, Determinar, Investigar, Averiguar, Tomar postura, Explicar, Experimentar, Demostrar.
<b>Metacognición</b>	Determinar objetivos, Evaluar, Determinar, Explicar certezas y faltas de claridad, Proponer formas de hacer
<b>Conciencia del Ser</b>	Expresar su opinión, Argumentar, Valorar la importancia, Proponer mejoras, Reconocer sentimientos, Explicar la lógica, Leer entre líneas, Reconocer motivación.

En fechas recientes se ha comparado a los niveles de la Taxonomía con los pasos o fases de las metodologías de diseño ágiles como el Design Thinking del cual se hablará un poco más adelante. Sin embargo, es importante mencionar que es común que al desarrollo de habilidades superiores de pensamiento o de pensamiento complejo se les relaciona con habilidades de pensamiento crítico como se observó en el estado de la cuestión y se verá en el siguiente apartado por ser aquellas que despiertan el interés de esta investigación.

### III.5 Pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades de pensamiento

Desde la perspectiva de la educación, y en especial desde el constructivismo, desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes de todas las edades, abona a la formación de personas capaces de resolver problemas en contextos específicos, y de abordar la complejidad, que implica el desarrollo de habilidades de pensamiento superior como se ha comentado previamente. Pero ¿qué se entiende por pensamiento crítico?

Las definiciones respecto a qué es el pensamiento crítico son variadas. Puede partirse por definir las dos palabras que conforman el concepto. Así, se define al Pensamiento como un sustantivo masculino que se refiere a “la facultad o capacidad de pensar” (RAE, 2020), proveniente del latín *Pensare* que significa pensar, calcular, y a la acción de formar ideas o juicios en la mente. Es decir, el pensamiento se trata de un proceso mental. Crítico proviene del griego *kritikó* que es usado como adjetivo, significa “muy difícil o de mucha gravedad”, es emitir juicios sobre una situación o acción. Así, etimológicamente hablando, el pensamiento crítico es la facultad de formarse una idea o juicio sobre una situación o acción.

Tomando como base esta definición y relacionándola con la definición de los clásicos griegos del siglo V a. de C. en que hablaban de la educación como aquella que “debe enseñar a la gente a pensar” (Sócrates en Albertos, 2015, pág. 38); el pensamiento crítico puede ser aquel que enseñe a las personas a formar juicios sobre situaciones o acciones a las que se enfrentan en su vida diaria.

El interés por estudiar formas de promover y desarrollar el pensamiento crítico como parte de las prácticas educativas, aumentó en los últimos veinte años del siglo XX. Es así que se pueden encontrar autores como Kurfiss (1988) quien ve al pensamiento crítico como una respuesta natural para un problema o situación sobre el cual no se tiene toda la información disponible, pero que puede justificarse de manera convincente debido a que sigue un proceso definido. “Bailin, Case, Coombs y Daniels (1999) definen [al pensamiento crítico] como un concepto

de tipo normativo en el sentido de la utilización de normas, o estándares para el análisis de las ideas o conceptos que se expresaban” (Viteri, et. al., 2016, pág. 112). Por su parte, Facione & Facione (2007), requiere de habilidades para llevar a cabo un proceso reflexivo de toma de decisiones y solución de problemas, (Facione & Facione, 2007). Las cuales son traducidas en siete actitudes del pensador crítico: fuerte, inquisidor, bien informado, confiado de la razón, de mente abierta, flexible, con mente justa para evaluar, y sistemático (Facione, 2015).

El pensamiento crítico también es definido como el “arte de analizar y evaluar el pensamiento en vistas de mejorarlo” (Paul & Elde, 2006 en Alsaleh, 2020, pág. 21-22), así pues no se trata sólo de un proceso, o unos pasos a seguir sino un arte, que puede aprenderse y por lo tanto enseñarse a través de diversas metodologías.

Otras definiciones ven al pensamiento crítico, como:

una actitud intelectual que tiene como objeto de pensamiento, el análisis y la evaluación de la estructura y consistencia de los razonamientos, especialmente las opiniones o afirmaciones que las personas aceptan, en general, como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana (Albertos Gómez, 2015, pág. 38).

Lo anterior permite dar cuenta que dicho pensamiento, dota de autonomía al sujeto para reconocer y explicar, a través del metaconocimiento el proceso seguido en la resolución de problemas (Gotoh, 2017). Se debe capacitar a los pensadores críticos “para desenvolverse en un amplio rango de situaciones, tanto en su vida académica y profesional como cotidiana” (Mejía Escobar, et.al, 2015, pág. 140). Es importante destacar como lo hace Anello (2019) que el pensamiento crítico tiene una fuerte relación con el pensamiento creativo, y que la curiosidad, la experimentación, el ensayo y error deben estar presentes.

Riegel & Kozen (2016) coinciden en la necesidad de que los estudiantes, en la actualidad, cuenten con habilidades de “Comunicación, Colaboración,

pensamiento Crítico y Solución de Problemas, y Creatividad” (p.41). No obstante es importante considerar las habilidades de reflexión. Ahora bien las cinco habilidades propuestas por los autores, deben estar presentes en cualquier modalidad educativa, ya sea en sesiones presenciales, asíncronas o híbridas mediadas por tecnología.

Como se ha visto hay diferentes autores y miradas que nos permiten ver qué es el pensamiento crítico, por lo que no es de sorprender que en las definiciones más recientes sobresalga el desarrollo de habilidades de pensamiento, y que estas sean medidas a través de una gran diversidad de pruebas o test. En la tabla 5 se presenta un resumen de algunas de las pruebas más comunes, destacando sus autores, el público para el que fueron diseñadas y/o son aplicadas y los criterios o habilidades que evalúan.

Tabla 5. Pruebas más profundas para medir el pensamiento crítico.

Prueba	Autores	Público Meta	Criterios de evaluación
The California Thinking Skill Test	Peter Facione Año: 1990	Aplicada a estudiantes universitarios y adultos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis</li> <li>2. Evaluación</li> <li>3. Inferencias</li> <li>4. Deducción</li> <li>5. Inducción</li> <li>6. Interpretación</li> <li>7. Explicación</li> <li>8. Razonamiento General</li> <li>9. Habilidades numéricas</li> </ol>
Watson- Glaser Critical Thinking Appraisal	G. Watson & E.M. Glaser Año: 1980	Aplicada a Estudiantes universitarios y adultos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interpretar información</li> <li>2. Inferencias</li> <li>3. Deducción</li> <li>4. Argumentación</li> </ol>
Critical Thinking Disposition Inventory	Facione y otros Año: 2001	Aplicada a estudiantes universitarios y adultos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Búsqueda de la verdad</li> <li>2. Mente abierta</li> <li>3. Inquisitivo</li> <li>4. Análisis</li> <li>5. Sistematización</li> <li>6. Confianza en el razonamiento</li> <li>7. Madurez en los juicios</li> </ol>
Cornell Critical Thinking Tests	Robert H Ennis & J. Milman. Año: 1985	Aplicada entre los 9 y 18 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inducción</li> <li>2. Credibilidad de fuentes</li> <li>3. Observación</li> <li>4. Semántica</li> <li>5. Deducción</li> <li>6. Identificación de hipótesis</li> </ol>
Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA)	Diane Halpern Año: 2006	Aplicada desde los 15 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Probar Hipótesis</li> <li>2. Análisis de argumentos</li> <li>3. Razonamiento verbal</li> <li>4. Toma de decisiones y Solución de problemas</li> <li>5. Similitudes e Incertidumbre</li> </ol>
Pensamiento crítico de la Universidad de Salamanca PENCRISAL	Rivas & Sainz Año: 2012	Aplicada desde los 16 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inducción</li> <li>2. Deducción</li> <li>3. Toma de decisiones</li> <li>4. Solución de problemas</li> <li>5. Razonamiento práctico</li> </ol>
Ennis-Weir Critical Thinking Test	Robert H Ennis & E. Weir Año: 1985	Aplicada desde los 15 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar el objetivo</li> <li>2. Identificar argumentos y supuestos</li> <li>3. Presentar su punto de vista</li> <li>4. Ofrecer buenas razones</li> <li>5. Ver otras posibilidades</li> <li>6. Responder apropiadamente o Evitar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equivocaciones</li> <li>• Irrelevancia</li> <li>• Circularidad</li> <li>• Relaciones de condicionalidad</li> <li>• Generalizaciones</li> <li>• Escepticismo excesivo</li> <li>• Problemas de Credibilidad</li> <li>• Uso de lenguaje emotivo para persuadir</li> </ul> </li> </ol>

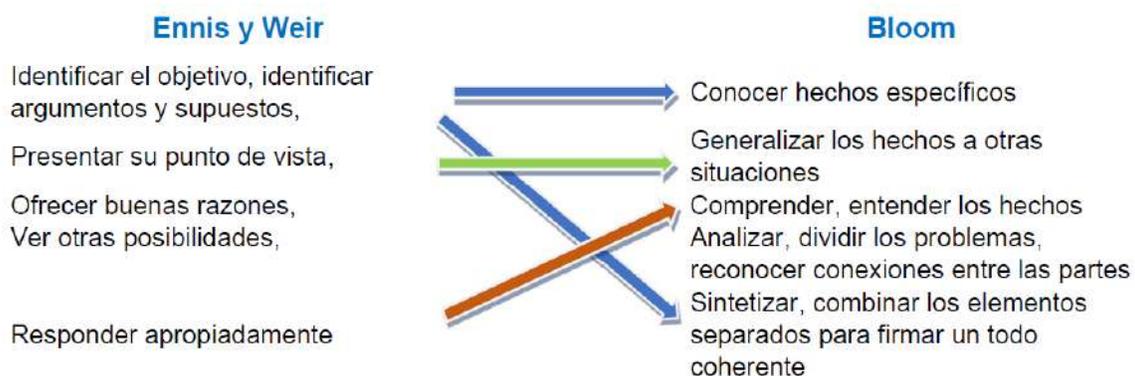
Nota: con Información de: (Assessment Day, s.f.) (California Academic Press, 2020) (California Academic Press, 2020) (Ennis & Weir, 1985) (Saiz, s.f.) ( Critical Thinking, 2021)

Para esta investigación interesa la definición de pensamiento crítico como un proceso de desarrollo de habilidades de pensamiento que puede ser medido a través de los seis criterios propuestos por Ennis y Weir (1985) por corresponder a la edad de los estudiantes de los que se tiene registro en las pruebas PISA y TERCE. Estas habilidades son: identificar el objetivo, identificar argumentos y supuestos, presentar su punto de vista, ofrecer buenas razones, ver otras posibilidades, responder apropiadamente.

Estos criterios a su vez se relacionan con las habilidades propuestas en las taxonomías tanto de Bloom como de Marzano y Kendall, aunque el orden en que las plantean no corresponden entre sí, sí coinciden en algunos elementos. Por ejemplo: Identificar el objetivo, Argumentos y supuestos se relaciona tanto con Analizar, Dividir los problemas, Reconocer conexiones entre las partes y con conocer hechos específicos. Ofrecer buenas razones se relaciona con comprender los hechos, permitiéndole a los estudiantes explicarlos con claridad.

En la figura 3 se presentan los elementos de la taxonomía de Bloom (2001) y los criterios de Ennis y Weir (1985) para su comparación. Son relevantes pues permiten hacer el análisis de las actividades co-curriculares propuestas en esta investigación.

Figura 3. Similitudes entre los criterios de Ennis y Weir vs la Taxonomía de Bloom



Nota: con datos de (Brookfield, 2020, pág. 18; Ennis & Weir, 1985)

### III.6 Enseñanza de las ciencias, divulgación de la ciencia, el pensamiento creativo y el uso de TIC

Como se comentó con anterioridad, en diferentes estudios se ha mostrado la relación que existe entre el pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias (Costa, et.al., 2020, Tamayo-Alzate et, al., 2019, Sbarbati Nudelmann, 2017). Es a través del sentido común, de la intuición, las generalizaciones, las analogías y las metáforas que el pensamiento crítico ha encontrado un campo fértil para su desarrollo (Tamayo, et.al., 2015). Es en el rigor del pensamiento científico donde se encuentra una propuesta de trabajo, ya que busca ir más allá de las creencias, permite generar explicaciones que contengan “saberes, procedimientos y valores que desarrollen la competencia crítica de los alumnos en su relación con los demás y con el mundo” (Tamayo, et.al., 2015, pág. 30). Si esto se hace a través de temas socio científicos, los estudiantes se sentirán apelados, involucrados a tomar acción (Uskola, et.al., 2021), pues tendrán mayor conciencia de su entorno (Castell, 2021) y por consiguiente sentirán más cercana la incidencia.

Autores como Rendón Rivas & Martínez Pérez (2016) ven en la metodología de enseñanza de cursos de ciencias como química, elementos que potencian “el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y lo equiparan a la propuesta de entender su propia realidad como lo propone Freire” (pág. 257). Así podemos decir que la teoría del constructivismo aun cuando no está declarada como tal, se retoma tanto en el trabajo de Kurfiss y de Rendón Rivas & Martínez Pérez (2016) ya que habla del descubrimiento, la indagación, el trabajo cooperativo y reflexivo. Greenspan (2016), ahonda en el tema al plantear la importancia de generar preguntas pertinentes para obtener las respuestas deseadas y así abonar a la enseñanza de la ciencia en nivel primaria.

La enseñanza de las ciencias en este estudio se complementa con el concepto de la Comunicación Pública de la Ciencia (CPC). La CPC inició con estudios como el realizado por Lewenstein (1995) quien identificó que la propuesta predominante hasta ese momento, mediados de los años noventa, era hablar de la comunicación del conocimiento científico *per sé*, a través de un modelo de déficit. Sin embargo,

en fechas más recientes, este modelo ha sido complementado por los estudios socioculturales en donde el punto central de comunicar ciencia está en la “necesidad de responder a demandas sociales específicas” (Herrera-Lima, 2016, pág. 55) y no en centrarse en las carencias de conocimiento. Esta misma tesis de Herrera Lima de responder a demandas sociales coincide con esta investigación que busca promover el desarrollo del pensamiento crítico en niños y adolescentes del estado de Jalisco.

“Se concibe a la CPC como parte de un proyecto educativo amplio, que deberá contribuir a la formación de una cultura científica en la sociedad” (Herrera-Lima, 2016, pág. 56). Al hacerlo, considera a las instituciones, a las estructuras que median, a las prácticas sociales, el conocimiento y la posibilidad de accionarlo en la sociedad (Orozco-Martínez en Herrera-Lima, Orozco-Martínez, & Pantoja-DeAlba, 2021).

Se habla de difundir conocimiento científico en espacios que no son los tradicionalmente ofrecidos por la escuela, es decir fuera de los laboratorios, y libros de texto. Se trabaja más bien en “escenarios educativos inciertos” que han sido legitimados a través de la práctica (Jiménez González, 2016) y que cuentan con características que permiten la creatividad, y el desarrollo de otras maneras de acercarse a la realidad la curiosidad.

Se habla entonces, de un proyecto de divulgación como un proyecto que retoma principios de Comunicación Pública de la Ciencia, entendidos como prácticas educativas de difusión de conocimiento científico dirigido a niños y niñas y adolescentes, que son acompañadas por un tallerista, que incluye elementos de tecnología educativa, como los elementos que buscan “mejorar el proceso educativo al adoptar los métodos de instrucción, basados en una teoría de aprendizaje, así como los medios de comunicación y la tecnología” (Mujica, 2020, pág.16).

Dicha propuesta incluye al pensamiento creativo en su concepción, aunque ha estado ligado tradicionalmente al área de las artes, en fechas recientes ha sido

revisado y definido como “novedoso y útil (Batey, 2012; Batey & Furnham, 2006; Kaufmann & Baer, 2012; Mumford, 2003; Runco, 2007); que permite generar nuevas ideas, soluciones o respuestas (Duff, Kurczek, Rubin, Cohen & Tranel, 2013); relacionadas con la solución de problemas (Crilly, 2010; Lewis, 2005; Smith, 2013)” (Ulger, 2018, pág. 3-4). En ese sentido, los autores lo incluyen al hablar de educación en ciencias STEAM (Science, Technology, Engeneering, Arts and Math) en donde el arte y la creatividad que se desarrollan permiten generar soluciones innovadoras a problemas y dificultades inesperadas. De ahí su relación con el pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias o en este caso la Comunicación Pública de la Ciencia y el uso de mediaciones tecnológicas.

De acuerdo con Villegas Perez et.al. (2017) que incluir TIC en proyectos educativos en nivel primaria es de gran importancia. Sin embargo, es necesario considerar que esta inclusión debe aportar un aliciente extra; pueden ser recursos educativos, o plataformas de educación, atractivos y motivantes. Es decir, al momento de seleccionar el tipo de TIC a incluir debe considerarse la conectividad, los dispositivos de los que se dispone, de forma que no se convierta en un obstáculo, sino en un incentivo para el aprendizaje.

Contar con apoyos tecnológicos además de lo atractivo que puede ser, permite estandarizar los contenidos, presentar opciones que sean más incluyentes y sirvan como refuerzo, pensando que, aunque se conozca a los participantes, siempre hay un grado de incertidumbre sobre las condiciones en las que se trabajará y que afectarán las propuestas. Lo anterior es reconocido como una condición de trabajo de la Comunicación Pública de la Ciencia, lo cual refuerza el por qué es importante su consideración en esta propuesta de investigación.

### III.7 Design Thinking para el diseño curricular

Para desarrollar una propuesta co-curricular de un programa de divulgación de ciencia y arte para niños y niñas y adolescentes mediado por tecnología, es importante identificar una estrategia para el diseño, en ese sentido, el Pensamiento de Diseño o Design Thinking se convierte en una opción viable y

pertinente para su uso e implementación, debido a la estructura que ofrece y que se describe a continuación.

Como metodología de trabajo el Design Thinking comenzó a desarrollarse en la Universidad de Standford en los años 1970, pero es hasta 2008 que es presentada en un artículo de la Harvard Business Review por Tim Brown. Es una metodología pensada para la innovación, producto del trabajo de una consultoría de diseño llamada IDEO y durante varias décadas fue usada como metodología para el diseño innovador de productos, servicios y tecnología. Es en la década de 2010 cuando comienza a ser utilizada también en el ámbito educativo, porque involucra un proceso de conocimiento y definición de etapas muy práctico de aplicar. Entre sus principales atractivos está que es “empática, flexible y con un acercamiento iterativo” (Lor, 2017, pág. 36), lo que permite ir haciendo mejoras continuas.

Es una metodología que a través de cinco fases dinámicas, iterativas y no lineales genera soluciones a problemas complejos. Las fases consisten de acuerdo con Carroll et. al. (2010):

- 1) Empatizar con los agentes o usuarios para los que se busca la solución,
- 2) Definir con claridad el problema a abordar,
- 3) Idear: pensar en una serie de opciones, ideas para abordar el problema de una manera novedosa,
- 4) Prototipar la mejor solución propuesta,
- 5) Probar para verificar la viabilidad y efectividad de la solución propuesta y/o hacer los ajustes.

El Design Thinking al aplicarse como metodología de trabajo en la educación se centra en desarrollar la ‘confianza creativa’, que hace que los estudiantes se centren en problemas de diseño, desarrollen empatía y fomenten la ideación,

desarrollando una conciencia metacognitiva y la búsqueda de creatividad en la solución de problemas (Lor, 2017, pág. 43).

El uso del Design Thinking, como metodología de desarrollo instruccional o mejor dicho como metodología de sistemas didácticos (Williams, et. al., s.f.) es factible ya que es un “proceso ordenado que sigue lineamientos para producir materiales pedagógicos de forma sistemática, planificada y estructurada, de acuerdo con requisitos de aprendizaje” (Bermúdez Ceregatti, 2016, pág. 49). Además es similar en algunos de sus pasos a otras metodologías de diseño de sistemas didácticos como el ADDIE (Analizar, Diseñar, Desarrollar, Implementar, Evaluar), en cuanto a que puede ser un proceso no lineal e iterativo, que implica iniciar con un análisis de los alumnos, los contenidos y el ambiente (Williams, et. al., s.f.); o a una versión más actual del modelo PRADDIE que incluye un pre-análisis que implica una contextualización a nivel macro del ambiente en el que se desarrollará el currículo (Bermúdez Ceregatti, 2016). También puede asemejarse al ASSURE que implica Analizar, Fijar objetivos, Seleccionar, Utilizar medios y materiales, Requerir la participación de los alumnos y Evaluar, en los cuatro primeros pasos (ASSU) y en último (E). Acorde a lo anterior, aun cuando es una metodología relativamente nueva en educación, tiene un fuerte sustento con su experiencia y claridad de procesos.

La propuesta específica de modelo basado en el Design Thinking que se usará en este proyecto se conoce como E-learning Experience Design y consta de seis fases: Empatizar, Definir, Seleccionar, Crear o Idear, Lanzar o Prototipar y Medir. Algunas de sus ventajas son que se trata de un modelo que recoge metodologías de diseño instruccional y las fusiona con metodologías de diseño de productos digitales con una filosofía basada en el usuario, en el pensamiento de diseño y en metodologías Agile, lo que permite poner al estudiante al centro, no solo como usuario, sino como agente de su propio aprendizaje. Esta metodología pone en el centro la experiencia de aprendizaje, (Caballero, 2020) lo que la señala como un diseño curricular innovador.

## IV. Metodología y diseño de la investigación

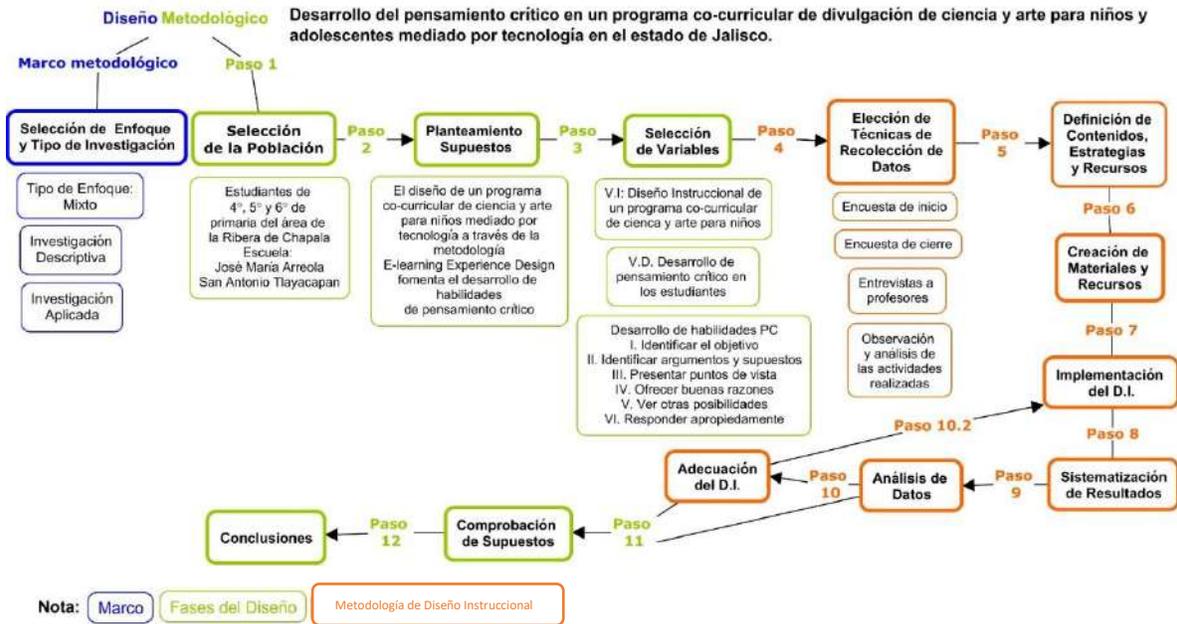
Para esta investigación se eligió un diseño metodológico mixto, que implicara tanto técnicas de evaluación cualitativa como cuantitativa de forma que se tenga un conocimiento más amplio del problema así como de sus efectos al momento de la implementación debido a que se complementarán no solo al ofrecer una descripción cuantitativa, sino también cualitativa. En el siguiente apartado se presenta la estrategia metodológica utilizada para el diseño del programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología, la explicación de cada una de las fases de la metodología E-learning Experience Design, así como de los instrumentos para evaluar el diseño y la implementación del proyecto.

### IV.1 Estrategia Metodológica

Para la realización de esta investigación educativa se propuso como punto de partida, un diseño metodológico dividido en 12 pasos, cada uno de ellos alimentaba al siguiente, y permitió hacer ajustes para fortalecer la propuesta de intervención educativa. Este proyecto que implicaba diseñar, implementar y evaluar un programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte mediado por tecnología para niños y niñas, es una investigación aplicada, encaminada a atender problemas prácticos (Espinoza Freire & Toscano Ruiz, 2015).

En la figura 4 se presenta la propuesta de diseño metodológico que constó de 2 grandes fases. Por un lado la fase de elección del marco metodológico, marcada en color azul, y por el otro, la fase de diseño de la propuesta metodológica subdividida a su vez en dos. La fase del diseño de la propuesta del proyecto de investigación marcada en color verde y que incluye la selección de la población, de los supuestos de investigación, la selección de variables, la comprobación de supuestos y las conclusiones de la investigación. Esta fase incluye la implementación, mostrada en el diagrama en color naranja y corresponde a su vez a las fases del diseño instruccional (D.I.) seleccionado E-learning Experience Design.

Figura 4. Propuesta de Diseño Metodológico.



Las elecciones sobre el marco metodológico de la primera fase, el diseño, implementación y evaluación del taller co-curricular responden a un enfoque mixto, ya que incluyó técnicas cualitativas y cuantitativas las cuales permitieron trazar las estrategias de recolección de datos. Para ello se recurrió a la propuesta de Sumne y Tribe, (2008 en Hueso González & Cascant i Sempere, 2012) quienes hablan de cuatro dimensiones, mismas que se enuncian a continuación aplicadas para esta propuesta de investigación:

- 1) técnicas de muestreo para poder definir el perfil de los usuarios del taller,
- 2) técnicas de recolección de datos estructuradas, a través de matrices para el análisis de los trabajos entregados por los estudiantes,
- 3) información de percepción, obtenida a través de la observación participante realizada durante la implementación del taller y que sirvió para hacer ajustes en las propuestas de encuestas de percepción realizadas, entrevistas semiestructuradas llevadas con los profesores y

4) técnicas de análisis estadístico que sirvieron para la evaluación del proyecto.

Este enfoque mixto permitió trabajar con diferentes tipos de información (Creswell, 2018), así pues, los datos arrojados en las encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas se contrastaron con la información recolectada a través de dibujos, textos y expresiones de los participantes a lo largo de la intervención.

También se definió como una investigación de corte descriptivo (Romo Paredes, 2018) ya que permitió explicar el efecto de un fenómeno, en este caso el desarrollo del pensamiento crítico gracias a la participación en un programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños mediado por tecnología.

Vista desde los criterios de clasificación de Bizquerra (2009), se trató de una investigación inductiva, ya que, con la observación de los tres grupos, (4o, 5o y 6o) se buscó hacer un análisis que permitiera validar un proceso de diseño instruccional.

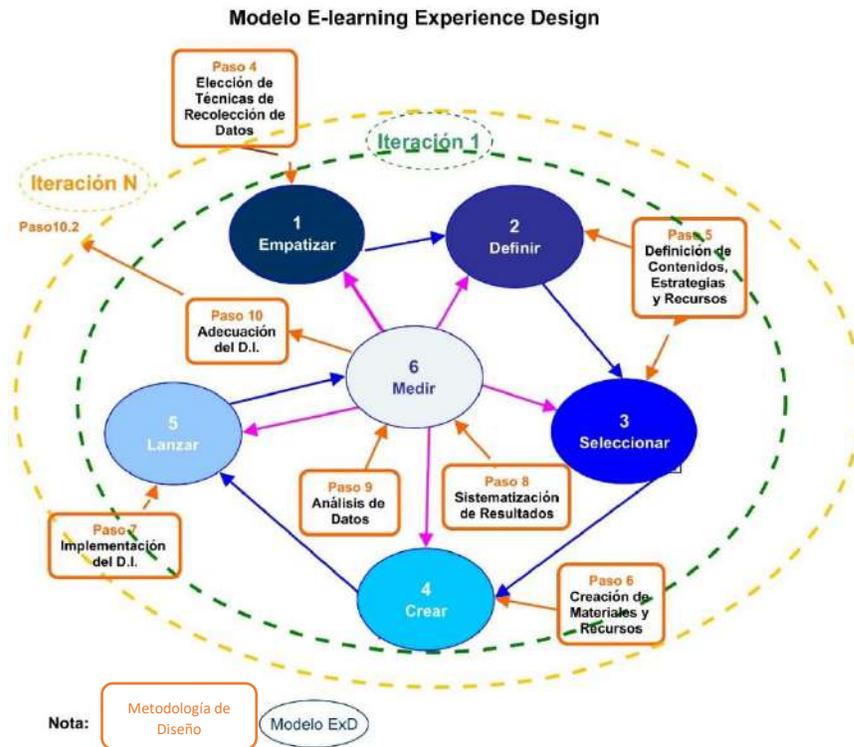
En la segunda fase del diseño, se eligió trabajar con los alumnos de 4°, 5° y 6° de primaria de una escuela pública, ubicada en la colonia Riberas del Pilar en el municipio de Chapala, Jalisco. Cada grado contaba con un salón por nivel conformado por entre 25 y 34 alumnos. En este proceso se presentó a la directora del plantel educativo el proyecto en septiembre de 2021, posteriormente al grupo de profesores de la escuela durante el consejo técnico del mes de octubre del mismo año, en donde se acordó que la intervención iniciaría a finales de enero de 2022 y culminaría en abril 2022.

Paralelamente a este proceso se trabajó en el planteamiento del supuesto de investigación que guiaría la intervención, reforzado por el trabajo de investigación documental que se había realizado previamente, y que soportó la selección de habilidades ligadas al pensamiento crítico que se buscaba identificar en los niños que participaron en el programa.

Los pasos cuatro al diez mostrados en la figura 4 corresponden a la metodología de diseño instruccional del Design Thinking, específicamente al Modelo E-learning

Experience Design (EXD) seleccionado para el diseño instruccional (figura 5) los cuales se explican a continuación.

Figura 5. Modelo E-learning Experience Design



Nota: a partir de la propuesta de Adriana Caballero Galván

## IV.2 Diseño del programa co-curricular a través de la Metodología EXD

### Empatizar

La metodología EXD propone como primer paso empatizar (figura 6), que implica conocer a los usuarios/destinatarios de tu propuesta educativa, para lo cual se sugieren diferentes acciones, por una parte hacer entrevistas, aprovechando el potencial que tienen para que el investigador ajustar su investigación dependiendo de los entrevistados (Hernández Sampieri et.al., 2014).

Figura 6. Fase de Empatizar Modelo EXD



En este caso se aprovechó la participación en el consejo técnico de la escuela en octubre de 2021 para conocer desde la perspectiva de los profesores la situación de sus estudiantes, tanto en materia de accesos tecnológicos y formas de trabajo empleadas durante la pandemia por COVID-19, como características generales del grupo en cuanto a su participación. Este momento de empatizar se acompañó también de dos instrumentos: encuestas en formato digital, que los profesores compartieron con los papás de los niños de 4°, 5° y 6° de primaria vía WhatsApp. Se aprovechó la facilidad de contar con instrumentos estandarizados para conocer a los sujetos y tener una imagen general de ellos (Hueso González & Cascant i Sempere, 2012).

Uno de los instrumentos tuvo como objetivo conocer el acceso que tienen a tecnologías de la información los alumnos (Anexo III) y sirvió como base al momento de elegir los recursos y formas de comunicación del programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños y adolescentes mediado por tecnología. El otro recurso utilizado fue un instrumento de percepción de habilidades de pensamiento crítico, como trabajo en equipo y la escucha de puntos de vista, el análisis de problemas a través de la comprensión y la clasificación, explicación y metacognición (Anexo IV y V). Este instrumento retomó algunos de los elementos propuestos por Ennis y Weir (1985) en su instrumento

de evaluación de pensamiento crítico, incluyendo elementos trabajo en equipo como parte de la metodología de trabajo en ciencias. Este instrumento se adaptó a un lenguaje y contexto que reflejara el de los niños con lo que se trabajó.

La encuesta, en este caso en formato electrónico, sobresalió como una técnica cuantitativa (Barraza, 2010), que permitió “obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz” (Casas Anguita, 2003, pág. 527).

Fue elegida también como instrumento de recolección de información reconociendo algunas de sus características positivas, como sus debilidades, mencionadas por Sierra Bravo en Casas Anguita (2003, pág 527-528), :

1. La información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los encuestados, por lo que cabe la posibilidad de que la información obtenida no siempre refleje la realidad.
2. La encuesta permite aplicaciones masivas, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras.
3. El interés del investigador no es el del sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece; de ahí, como se ha mencionado, la necesidad de utilizar técnicas de muestreo apropiadas.
4. Permite la obtención de datos sobre una gran variedad de temas.
5. La información se recoge de modo estandarizado mediante un cuestionario (instrucciones iguales para todos los sujetos, idéntica formulación de las preguntas, etc.), lo que faculta hacer comparaciones intragrupalas.

La encuesta, además de cumplir con las características de una investigación estandarizada, proponía dar “cuenta de la magnitud que la presencia de las creencias o los valores que tienen al interior de determinada población de estudio”

(Cohen & Gomez-Rojas, 2019, pág. 41), en este caso la percepción que tanto alumnos como profesores tienen sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con el pensamiento crítico.

Con la intención de estandarizar las respuestas en la encuesta y analizar el cambio de la percepción sobre los grados o no de desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento crítico de los participantes, se generaron escalas de actitudes de forma que se pudiera trabajar en la construcción de variables medibles (Cohen & Gomez-Rojas, 2019).

La posibilidad de establecer grados de aceptación de las proposiciones generadas en las encuestas partió del supuesto que los participantes pueden tener más de una respuesta positiva o negativa ante la proposición y que debe de considerarse un espectro en una escala tipo Lickert (Casas Anguita, 2003; Cohen & Gomez-Rojas, 2019; Barraza Macías, 2010) para poder ofrecer a los encuestados opciones incluyentes.

Otra consideración que se hizo al momento del diseño de las encuestas fue utilizar un lenguaje apropiado para la población a la que está dirigida, así como una extensión diferenciada. En ambos casos se consideraron las mismas categorías de análisis ligadas al pensamiento crítico retomando las propuestas de Ennis y Weir (1985) presentadas en la tabla 5. Cuando la encuesta se dirigió a alumnos de primaria, se redujeron el número de ítems a responder, así como la cantidad de opciones, para que los alumnos no se sintieran abrumados con la cantidad de preguntas y opciones a elegir, pero manteniendo el criterio de inclusión en el tipo de preguntas. Estos dos elementos sirvieron para definir el perfil de los estudiantes que participarían en el programa co-curricular, así como las áreas de trabajo a atender.

## **Definir**

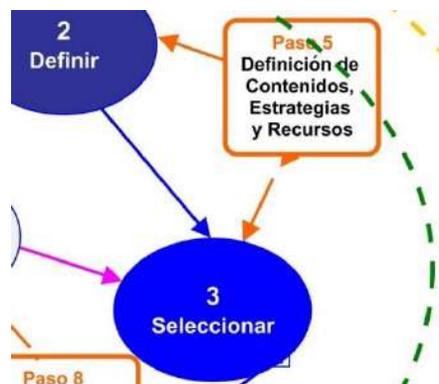
En esta segunda etapa del proceso de diseño instruccional (figura 7), se definieron los objetivos específicos del programa. Se decidió trabajar con un eje temático: El



## Seleccionar

En este tercer paso (figura 8), se tomaron en cuenta los resultados de la encuesta sobre acceso tecnológico de los participantes, así como las condiciones en materia de TIC de la escuela.

Figura 8. Fase 3 del Modelo EXD



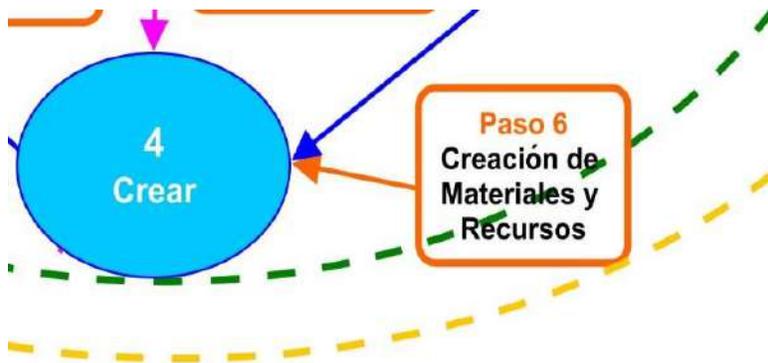
Se decidió crear un sitio web de libre acceso que contuviera la información de las cuatro sesiones de trabajo, acompañado con imágenes, textos, videos, de modo que pudieran ser utilizados en cualquier momento por los participantes, y que sirvieran como referencia en las sesiones presenciales en la escuela.

Se buscó trabajar en formatos de fácil acceso que no implicaran registro previo para su consulta y que fueran compatibles en dispositivos de escritorio, portátiles y móviles. Y al mismo tiempo se tuvo acceso a estos materiales de apoyo en las redes sociales del programa La Tienda de la Ciencia (@ltdciencia), Facebook e Instagram quien fue el promotor de este proyecto.

## Crear

En la etapa de creación de los materiales, paso 6 de la figura 9, se recurrió a la experiencia técnica de la fundadora del proyecto de La Tienda de la Ciencia, quien además de su formación en química y biología cuenta con un posgrado en divulgación de ciencia, y quien desde hace más de diez años se ha especializado en el trabajo con niños realizando talleres de ciencia en espacios públicos con objetos de vida cotidiana.

Figura 9. Fase 4 del Modelo EXD



Se tomaron decisiones en conjunto que permitieron dar continuidad entre un tema y otro, por ejemplo, el uso de claves de color para identificar el paso entre temas, usar materiales que fueran de fácil acceso para los niños y niñas, y en formatos familiares ya para ellos, como videos, imágenes, documentos de texto, el uso de frases con lenguaje sencillo y respetuoso, pero que introdujera términos científicos, el uso de una secuenciación indicada también numéricamente, Actividad 1, 1.2., etc. Se crearon videos de explicación o demostración con una duración máxima de cinco minutos. Se diseñaron las secuencias de las sesiones para que tuvieran una duración máxima de cincuenta minutos, en donde se incluyeran los siguientes momentos:

- 1) *Cómo trabajamos*, donde se mostraba la dinámica propuesta y se presentaba al equipo de trabajo.
- 2) *Recordamos para unir*, en donde se hacía un repaso de los conceptos más importantes vistos.
- 3) La *Actividad* en donde se incluyó, un título que describiera lo que se esperaba lograr con el experimento o la demostración, los materiales a utilizar y el procedimiento a seguir; estas actividades podían ser 2 o 3 por sesión. Y se concluía con:
- 4) *Vamos a leer* que incluía una explicación de las características del Agua revisadas en esa sesión.

En cada una de las sesiones además se incluía un elemento de arte que iba desde un dibujo, una instalación, una imagen o un video, con la intención de que los niños y niñas pudieran identificar cómo puede hacerse ciencia y al mismo tiempo tener expresiones artísticas que en algunos casos apelaban de manera muy clara a sus emociones.

Los recursos creados fueron probados con ayuda de una alumna de 5to de primaria y una maestra, para revisar que fueran comprensibles y funcionaran correctamente de acuerdo con el objetivo de cada sesión. Además, dado que se trataba de sesiones semanales, también se hicieron ajustes entre una semana y otra de acuerdo a la retroalimentación que se tuvo de la tallerista y de la misma reacción de los alumnos, como se explicará a continuación.

## Lanzar

Durante 4 semanas consecutivas, una vez por semana, se llevó a cabo el lanzamiento o implementación de las actividades, paso 7 de la metodología (figura 10).

Figura 10. Fase 5 del Modelo EXD



Esta se hizo de manera presencial con los niños y niñas haciendo uso del formato preestablecido que se describió en la sección “crear”. Se tomaron notas de las recomendaciones o áreas de mejora de los materiales, de forma que cada una de las actividades sirvió como retroalimentación para la siguiente.

Aunado a esto y como parte de una estrategia de uso de lenguaje positivo (Castellanos, Yoldi, & Hidalgo, 2016) y reafirmativo, se pedía a los niños que identificaran 2 o 3 acciones que habían realizado en ese día o en esa semana que consideraban que habían hecho bien y se les pedía felicitarse por ello. Reconociendo el valor de su actuar, antes de iniciar el trabajo formal con los temas planeados para cada una de las sesiones, se consideró incluir una mirada sobre lo actitudinal valoral, al saber ser que propone Díaz Barriga Arceo (2003) para fomentar un ambiente más propicio para el aprendizaje.

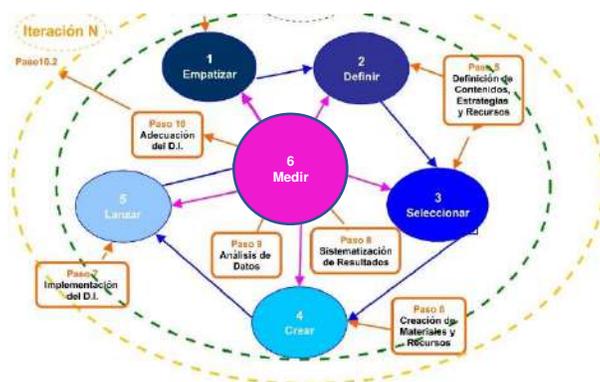
Al momento de trabajar con cada uno de los grupos de acuerdo con el número de alumnos presentes por salón y en cada una de las semanas se hicieron algunas adaptaciones en la forma de presentar las indicaciones de trabajo, algunas veces se privilegió la explicación con imágenes, otras con video, siempre con un texto de apoyo.

A la par se subieron las actividades en un sitio web, ([www.latiendadelaciencia.org.mx](http://www.latiendadelaciencia.org.mx)) utilizando los mismos materiales aplicados en las sesiones presenciales en los 3 grupos, y se fueron haciendo anotaciones a manera de sugerencia de cómo trabajar el mismo material con alumnos de diferentes grados escolares. Así el sitio web se abrió poco a poco, y posteriormente se agregaban las sugerencias para los profesores. El sitio estuvo abierto durante 2022 y parte del 2023, para entrar a etapa de rediseño.

### **Medir**

Esta quinta fase del diseño, pasos 8 y 9 del diseño (figura 11), si bien es una fase que se llevó de manera continua, como se explicó en la sección lanzar, para hacer las adecuaciones a los materiales creados, también fue un proceso de evaluación y análisis en donde las herramientas utilizadas fueron la observación participante (Guber, 2001) y la sistematización de las actividades entregadas por los niños y niñas.

Figura 11. Paso 6 del Modelo EXD



La observación de las sesiones de trabajo, permitió observar las prácticas educativas en su entorno natural, en este caso, el programa diseñado, y ser parte de las ayudas del tallerista al repartir materiales, o proyectar los recursos tecnológicos. Esto como reconoce Guber (2001) hizo que hubiera intervención en la dinámica, sin embargo, también permitió la retroalimentación *in situ*, llevar registro de la participación de los niños entre una y otra sesión, reconocer sus reacciones y necesidades que no hubieran sido detectadas previamente.

Como parte de los instrumentos para sistematizar el impacto del taller, se generaron para cada una de las sesiones, ejercicios de cierre que fueron entregados al término de cada sesión en hojas de papel en las que se les pedía a los niños y niñas que realizaran diferentes acciones relacionadas con el tema o las características del agua vistas en esa sesión, para evaluar formativamente su apropiación.

Para realizar la evaluación en cada una de las actividades se diseñó la siguiente tabla (tabla 6) que recoge las habilidades que se destacaron de la apropiación que proponen Ennis y Weir (1985) y Facione (2015).

Tabla 6. Instrumento de Evaluación de las habilidades de pensamiento crítico

Grado:						
	Sigue Instrucciones	Trabaja en autonomía	Presenta punto de vista	Ofrece razones (comunica claramente)	Ve otras posibilidades (relaciona con el contexto) (ofrece opciones o soluciones creativas)	Responde apropiadamente
Actividad 1						
Actividad 2						
Actividad 3						
Actividad 4						

La evaluación se acompañó también de las observaciones registradas en un diario de campo durante la intervención permitían recoger elementos cualitativos al momento del desarrollo de las actividades, que fueron incorporándose no sólo como parte del diseño y las mejoras de los materiales, sino también para ir identificando elementos que incluir como recomendaciones en el manual para los maestros.

Además, se realizó un ejercicio de cierre de la experiencia, este se llevó a cabo un mes después de terminadas las cuatro sesiones de trabajo en clase. El ejercicio, que se nombró una Feria de Ciencia incluyó dos momentos, el primero en que los alumnos y alumnas que habían participado en el programa co-curricular compartían a sus compañeros sus aprendizajes, repitiendo algunos de los experimentos que se habían realizado en las cuatro semanas de trabajo. Y un segundo momento en el que se pidió a los niños y niñas de 4°, 5° y 6° de primaria que respondiera por escrito y/o con un dibujo a las siguientes preguntas: *Lo que me gustó / Lo que recuerdo / Lo que quiero decir a otros*. Se recurrió a la evaluación formativa buscando el desarrollo de habilidades metacognitivas, pudiendo los estudiantes dar cuenta de cómo y qué habían aprendido (Anijovich & Cappelletti, 2020) luego de su participación en el programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología para niños y adolescentes.

Para el análisis de esta actividad se realizó una clasificación de los materiales en donde se señalaron las habilidades de pensamiento científico que se identificaban

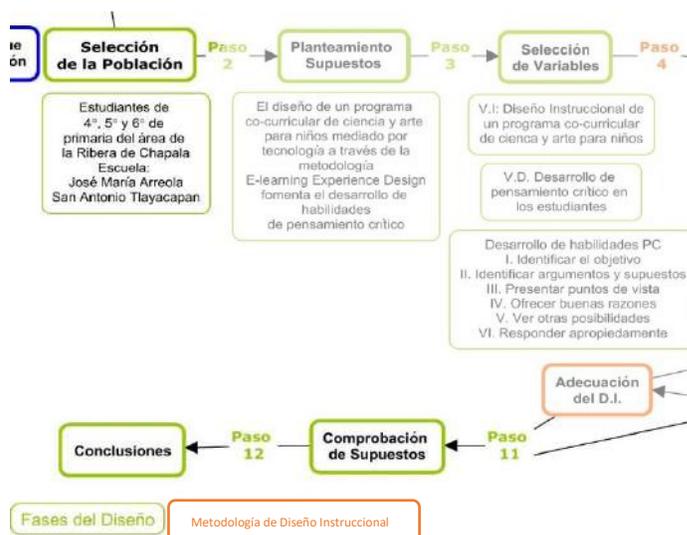
con mayor claridad. Este análisis se complementó con entrevistas semiestructuradas a cada uno de los profesores de 4º, 5º y 6º, aprovechando la posibilidad de ahondar en los aprendizajes obtenidos de los niños y cambios en las acciones y actitudes de los mismos posteriores a la intervención, que fue una modificación que se hizo a la propuesta de diseño metodológico original.

Con la información provista por niños y profesores se hizo también una lista de acciones de mejora para nuevas intervenciones.

### IV.3 Revisión de supuestos y el proceso presentación de resultados

Para cerrar con el proceso de explicación de la metodología utilizada se presentan a continuación las actividades correspondientes a los pasos 11 y 12 del esquema que incluye la metodología utilizada.

Figura 12. Pasos finales del diseño metodológico



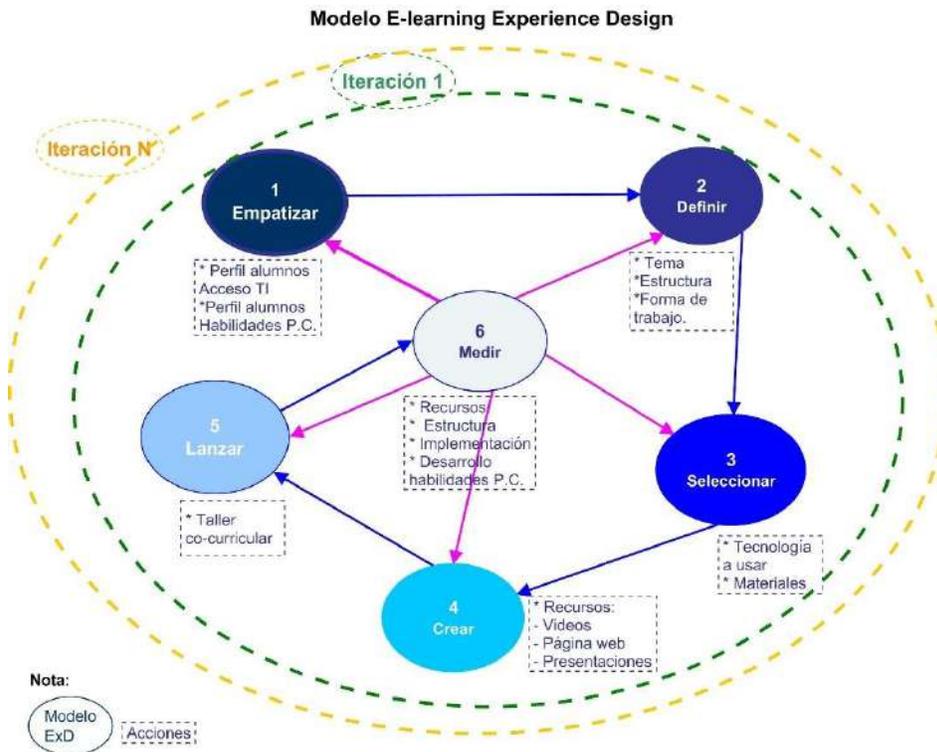
Con la obtención y sistematización de la información recopilada a partir de la implementación de las estrategias y técnicas anteriormente explicadas, se pudo dar cuenta de los hallazgos obtenidos al momento de implementar el paso 11 de la figura 12. Esto permitió contrastar la teoría con los resultados obtenidos, y llegar a conclusiones que abonen a la generación de conocimiento sobre formas de

desarrollar pensamiento crítico en una población a temprana edad. A continuación se comparten los hallazgos de este proyectos de investigación.

## V. Hallazgos a partir de la implementación del diseño instruccional.

El proceso de diseño, desarrollo e implementación del programa co-curricular de ciencia y arte para niños mediado por tecnología, arrojó información interesante que se recoge en las siguientes líneas, y para el cual se propone una estructura de seis fases así como el modelo de diseño instruccional EXD (figura 13). Se inicia con la descripción del perfil de los alumnos en cuanto a su acceso a la tecnología, y que fue un insumo esencial al momento de diseñar el taller. Seguido por la percepción que tienen los alumnos en cuanto a sus habilidades de pensamiento crítico, que se contrasta con la percepción de los profesores, que fueron elementos clave para poder analizar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico pre y post taller.

Figura 13. Estructura de presentación de hallazgos



En un tercer momento, se presenta el proceso diseño ligado a la definición, selección y creación de los materiales utilizados en la intervención que se analiza en el cuarto momento del capítulo. Este análisis incluye la sistematización de las

actividades realizadas durante la intervención y se finaliza con las entrevistas semiestructuradas realizadas a los profesores durante la Feria de la Ciencia y lo observado en una actividad extra propuesta directamente por los alumnos de 6° de primaria, posterior a la intervención planeada en el programa co-curricular.

### V.1 Perfil de alumnos y acceso a la tecnología y decisiones de diseño de actividades

Como se mencionó en el capítulo IV, con la encuesta de acceso tecnológico, creada en formato electrónico y compartida a través de los grupos de WhatsApp de cada grado, se obtuvo el siguiente perfil de los alumnos. Cabe mencionar que el instrumento fue respondido un mes antes de iniciar la intervención, en diciembre 2021, por el 70 por ciento de los alumnos.

En el perfil se encontró que se trabajó con alumnos que en su mayoría tienen acceso a internet vía WiFi en sus hogares, y donde el porcentaje de alumnos sin conexión WiFi es de menos del ocho por ciento (figura 14). Sin embargo, aun cuando la mayoría tenía acceso a conexión de internet, el porcentaje de niños que se conecta a través de un dispositivo móvil, dígase celular o tablet, es de casi el 85 por ciento (figura 15), lo que tiene implicaciones al momento de diseñar pues usan pantallas relativamente pequeñas. Si a esto agregamos que estos celulares o tablets son de uso compartido (figura 16) por entre 2 o 3 personas (figura 17), podemos comenzar a inferir que el tiempo que tienen de acceso al mismo es relativamente corto, lo que implicó trabajar con materiales sintéticos, de breve duración, y que fueran muy claros, sin necesidad de hacer zoom para poder ver los detalles.

Figura 14. Tipo de conexión a internet

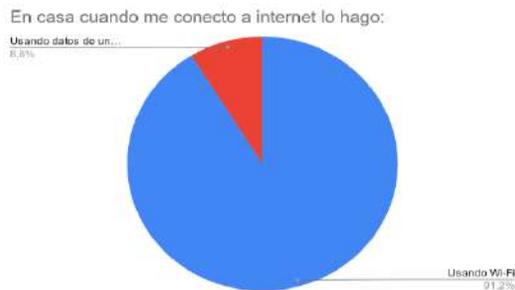


Figura 15. Dispositivo utilizado

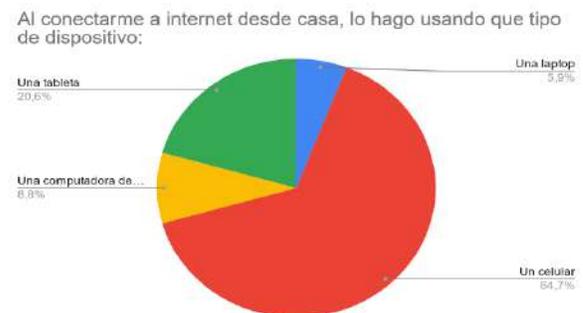


Figura 16. Disponibilidad del dispositivo

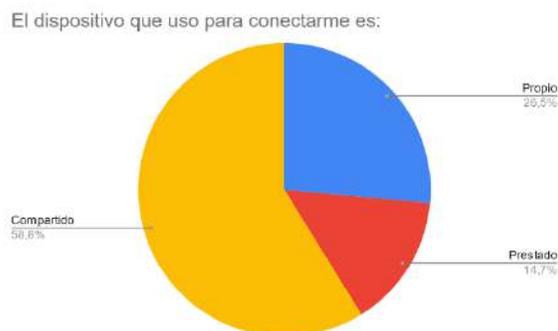
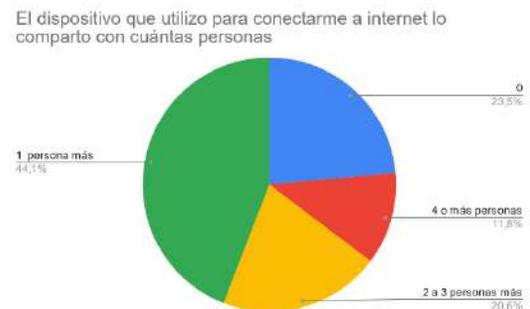


Figura 17. Personas que comparten el dispositivo



Fue interesante encontrar que poco más de la mitad utiliza el celular o el dispositivo de la mamá, y cerca de una cuarta parte utiliza el dispositivo que comparte con sus hermanos (figura 18). Lo que refleja una fuerte dependencia de la relación con su mamá y hermanos para poder acceder a recursos en línea. Además, aunque no se preguntó, si la mamá trabaja fuera de casa, en la práctica es muy probable que los horarios se restringen aún más, y esto se mantiene en correspondencia con las respuestas en cuanto al tiempo diario que usan el dispositivo (figura 19), que se encuentra en más del 70 por ciento de los niños y niñas en 1 a 2 horas al día.

Figura 18. Propiedad del dispositivo

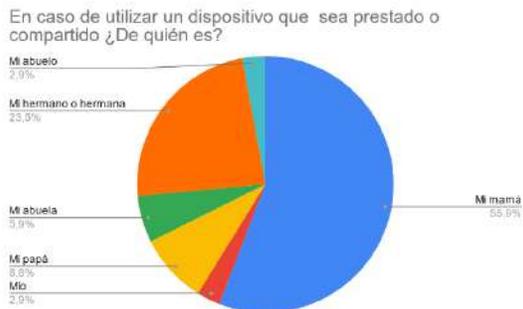
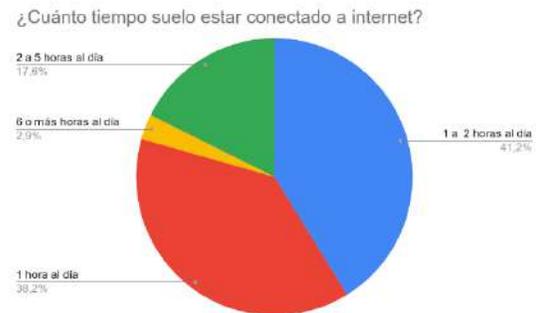


Figura 19. Tiempo de conexión a internet



En cuanto a la facilidad o habilidades para el uso del dispositivo de manera independiente (figura 20) se pudo ver que cerca del 80 por ciento de los niños y niñas puede ver videos, que cerca del 60 por ciento sabe mandar mensajes utilizando diferentes aplicaciones (figura 21) pero que casi la mitad de los niños y niñas necesitan ayuda para enviar su tarea, o para leer documentos en los dispositivos. Lo que confirmó que el uso de videos es una muy buena estrategia.

Figura 20. Uso del dispositivo sin ayuda

Sé usar el dispositivo con el que me conecto a internet sin ayuda para:

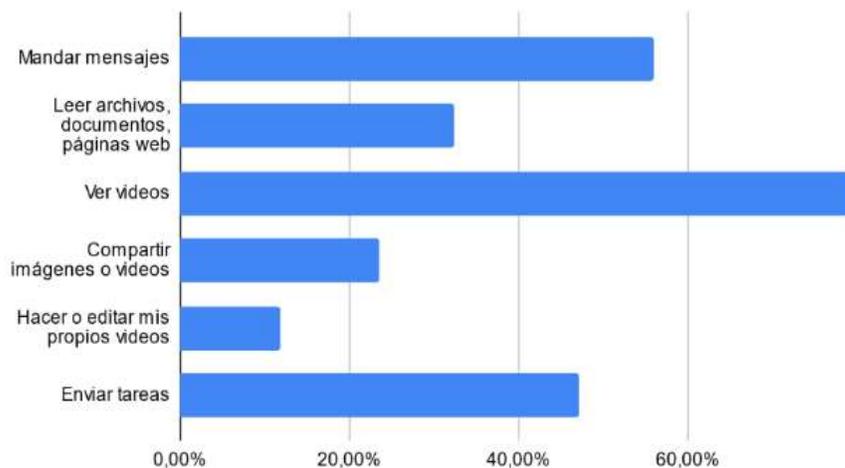
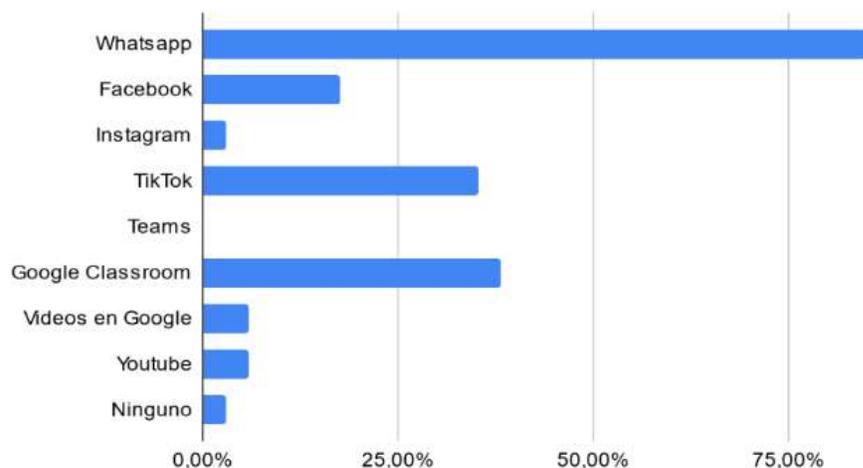


Figura 21. Uso de redes sociales y aplicaciones

¿Cuáles de las siguientes redes sociales y plataformas tecnológicas se usar solo?



A partir de los resultados obtenidos en la encuesta de acceso tecnológico se observó que un grupo de niños y niñas tienen acceso a internet desde casa, aunque de éstos puede usar WiFi, lo que podría asegurar una señal un poco más estable. Al ser menores de edad, son pocos los que cuentan con un dispositivo propio, y que al compartirlo con un promedio de 2 a 3 personas, el tiempo que tienen para usarlo es breve. Lo anterior llevó a optar por la generación de recursos en distintos formatos, que incluyeran videos, que fueran de fácil lectura y acceso en pantallas pequeñas.

También se observó que se trató de niños y niñas que sobre todo podían usar de manera autónoma los dispositivos para ver videos, pero necesitaban ayuda para utilizar plataformas tecnológicas en donde tuvieran que entregar otro tipo de actividades que no fueran la exploración de videos. Por lo que para esta intervención, se exploraron otro tipo de recursos, que no requieran de ayuda extra para su consulta.

## V.2 Percepción de habilidades de pensamiento crítico de alumnos y profesores

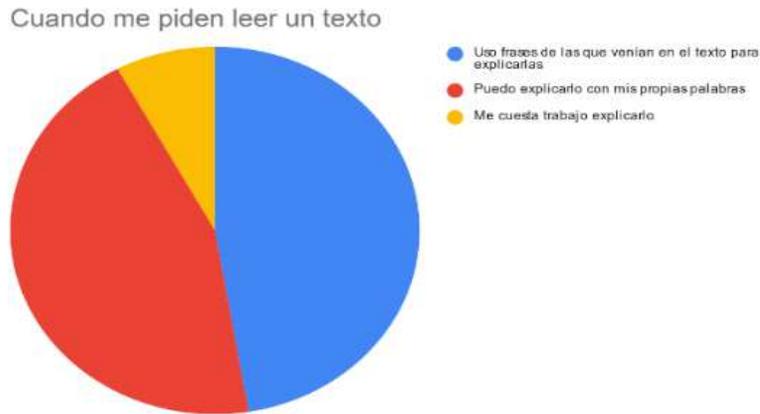
En cuanto a la percepción de las habilidades de pensamiento crítico de los alumnos como se mencionó en el capítulo IV, la encuesta se centró en las siguientes categorías, las primeras 5 corresponden a la propuesta de Ennis y Weir (1985) y la sexta se incluye tomando en consideración propuestas de diversos autores que hablaban de la idoneidad de las ciencias para el desarrollo del pensamiento crítico y que se consideró importante incluir en esta investigación:

Tabla 7. Categorías ligadas a habilidades de pensamiento crítico

Categoría	Descripción de la categoría
Identificar el objetivo, identificar argumentos y supuestos,	Esta habilidad está relacionada a la lectura de comprensión, así como al análisis y la clasificación de la información.
Presentar su punto de vista,	Implica sentirse en confianza para ofrecer su punto de vista, pero también implica escuchar los puntos de vista de otros con respeto.
Ofrecer buenas razones,	Implica poder analizar y conocer el por qué se realizan ciertas acciones y no otras. Es un proceso de metacognición.
Ver otras posibilidades,	Relacionado con el pensamiento creativo
Responder apropiadamente	Implica reconocer el contexto en el que se encuentra uno, y para el que busca proponer soluciones
Trabajo en equipo	Reconociendo la importancia del trabajo en colaboración y las opiniones de otros

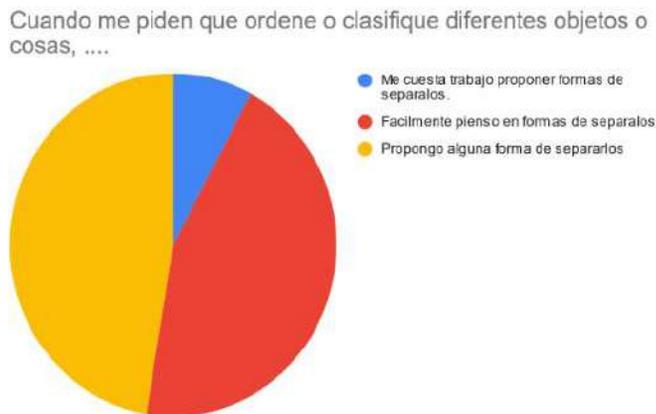
**Identificar el objetivo, identificar argumentos y supuestos:** en cuanto a la primera categoría, los niños y niñas de 4°, 5°, 6° de primaria declararon no tener en general problemas para entender y explicar un texto, habiendo dos casos en 4° y un caso en 6° en el que los niños y niñas manifestaron problemas de comprensión. Sin embargo, aun cuando la mayoría de los niños y niñas decía entender los textos que leen, el 50 por ciento de ellos prefería usar el lenguaje propuesto en la lectura a parafrasear las respuestas como se puede ver en la figura 22.

Figura 22. Identificar el objetivo, argumentos y supuestos



Esta misma tendencia se vio reflejada en las habilidades relacionadas con la clasificación y análisis de datos (figura 23) que es una de las competencias que se trabajan con los alumnos de la primaria, y de las que se evalúan en la prueba PISA a nivel internacional, aun cuando México no participó en la edición 2021, como se mencionó en el contexto de esta investigación. Se pudo ver que clasificar no era un problema, al menos no en la percepción de los alumnos. Se ve como una actividad básica que podían realizar y esto fue reforzado al 100 por ciento en el instrumento destinado y respondido por los profesores de cada salón, quienes reconocieron que la mayoría de las veces sus alumnos y alumnas comprendían los textos con los que trabajan.

Figura 23. Clasificación y análisis



Las diferencias de percepción entre profesores y estudiantes se dieron en los siguientes elementos.

**Solución de problemas:** en esta categoría, poco más del 50 por ciento de los alumnos declararon que se toman una pausa, revisan las opciones y entonces empiezan a planear. Y apenas un 10 por ciento de los alumnos y alumnas son los que optan por la opción de no resolver los problemas a los que se enfrentan si son difíciles (figura 24). En esta categoría se incluyó una pregunta en la que mencionaron que se apoyaban de modelos o instrucciones, para resolver problemas complejos, y fue prácticamente nula la opción de resolver con mayor libertad y creatividad. Sin embargo, en el instrumento respondido por los profesores, declararon en que algunas veces o en la mayoría de los casos los alumnos son capaces de buscar nuevas alternativas de solución. Es decir los maestros y maestras consideraron que sus alumnos son creativos al buscar soluciones a problemas, y que no forzosamente están buscando cómo lo hicieron otros.

**Punto de vista:** que tiene que ver con expresar y escuchar el punto de vista de otros (figura 25), destaca el hecho de que por lo general los niños y niñas declararon querer escuchar lo que otros tienen que decir, especialmente si pensaban diferente a ellos, y cerca del 20 por ciento son los que tuvieron una actitud de menor tolerancia a opiniones discrepantes. Sin embargo, aun cuando quieren escuchar puntos de vista divergentes, cerca del 40 por ciento de los niños y niñas dijeron tener problemas, o no se sienten cómodos para dar su opinión, y prefieren callar a expresar opiniones diferentes a las de la mayoría (figura 26).

Mientras que el 100 por ciento de los profesores consideraron que en la mayoría de los casos los alumnos se sentían cómodos dando sus puntos de vista, y que eran capaces de aceptar puntos de vista diferentes a los propios, incluso al punto de cambiar de opinión si es que se presentaba la evidencia suficiente. Lo cual es una percepción mucho más positiva que la que los niños y niñas manifestaron.

Figura 24. Punto de vista de otros

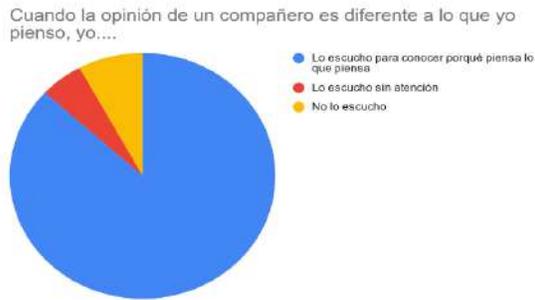
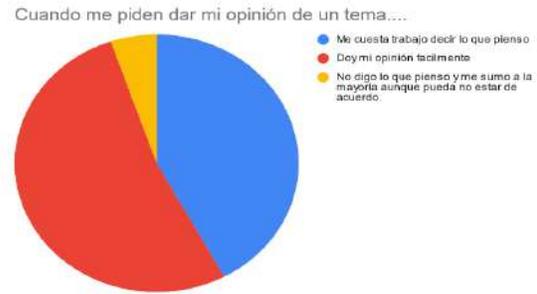
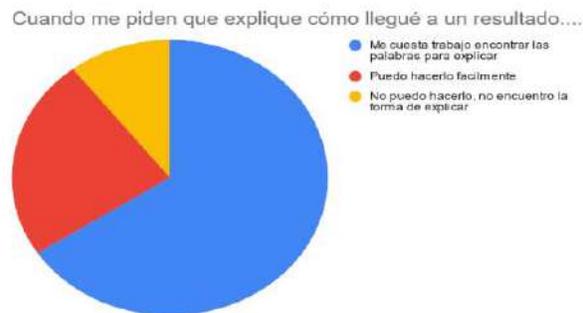


Figura 25. Punto de vista



**Metacognición:** en este ítem, podemos encontrar una relación entre que no siempre les gusta dar su opinión, y con la forma en que solucionan problemas. Son conscientes de que pueden resolver problemas, pero que generalmente necesitan seguir instrucciones, lo que hace que se más un proceso mecánico que reflexivo, de ahí que prácticamente dos terceras partes de los niños y niñas (figura 26), manifiesten que les cuesta trabajo encontrar las palabras para explicar el proceso seguido. Algo que llamó la atención, es que los profesores indicaron que la mayoría de sus alumnos puede explicar con claridad cómo llegaron sus alumnos a un resultado, lo cual en verdad difiere con la percepción de los alumnos y alumnas.

Figura 26. Metacognición



**Trabajo en equipo:** sorprende de manera positiva la buena predisposición al trabajo en equipo que tienen la mayoría de los niños y niñas (figura 27), y que coincide con la percepción de los maestros quienes dicen que sus alumnos disfrutan trabajar en equipo, esto puede ser un elemento que se puede capitalizar

al trabajar temas de ciencia en donde tradicionalmente es a través del trabajo colectivo que se logran avances significativos en el campo.

Figura 27. Trabajo en equipo



### V.3 La toma de decisiones y el diseño y desarrollo de un programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología.

Una vez que se tuvo el perfil de los estudiantes se decidió crear un sitio web que pudiera ser consultado en cualquier dispositivo móvil. Este sitio web estuvo alojado en la página de la Tienda de la Ciencia (figura 28), en la sección de talleres para que tanto los alumnos y alumnas, sus profesores y familias pudieran tener acceso. Este sitio, fue sobre todo utilizado por profesores y como apoyo para el tallerista.

Figura 28. Sitio web del taller co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología



El sitio semanalmente fue abriendo cada una de las sesiones de trabajo, en donde se presentaban los materiales usados, dígase instrucciones, actividades, y videos que apoyaban el trabajo en presencial de la tallerista. Los profesores contaban en papel con la estructura de la sesión, pero luego del trabajo en la escuela se abrían los materiales para que tener acceso a los videos y materiales en digital. Cabe mencionar que durante el trabajo en la escuela, los recursos digitales se utilizaron descargados en una laptop, debido a que la conexión de internet no era estable y para evitar que no se pudiera utilizar adecuadamente.

Una de las primeras actividades fue hablar sobre las características del agua: en la página web se creó un banner que describía los tres estados del agua y se habló de la forma de las moléculas (figura 29). Este mismo banner se imprimió en formato de lona y fue colocado en el patio de la escuela para presentar al programa de manera vistosa, además de que los salones fueron usados para iniciar la conversación con niños y niñas de los tres grupos con los que se trabajó.

Figura 29. Actividad inicial



Para las sesiones de trabajo en clase se diseñaron presentaciones con diapositivas (figura 30) que fueron proyectadas en los salones con un proyector

que facilitó la escuela y la laptop que llevaba la tallerista. En el Anexo VI se pueden ver un ejemplo de planeación dicáctica.

Figura 30. Material para el trabajo en las sesiones presenciales



Estas presentaciones incluían siempre los cinco grandes momentos, 1) La presentación del equipo de trabajo, 2) La metodología o forma de trabajo, 3) Una actividad de rompehielo, 4) Información relevante sobre el agua para el desarrollo de las, y 5) Un cierre que incluía un momento de preguntas y de trabajo con una actividad que serviría como insumo para evaluar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los niños y niñas.

El contar con esta estructura tenía como objetivo por un lado garantizar que se cubrieran los mismos temas en los tres grupos con los que se trabajaba. Pero también ir generando en los estudiantes la claridad y la estructura que el lenguaje científico proporciona. De esta forma, los niños y niñas sabían qué seguía, lo que les daba confianza para participar, pues aunque los experimentos o demostraciones cambiaban, la estructura de las sesiones se mantenía.

Un elemento que fue muy importante, es que las explicaciones de la forma de trabajo (figura 31) podían ser tanto para profesores, como para estudiantes, y que en cualquier caso se promovió el uso de un lenguaje positivo, respetuoso y científico.

Figura 31. Presentación de la forma de trabajo



## ¿Cómo trabajamos?

Este manual está diseñado para trabajarse con niños y niñas de educación primaria de México.

A través de la interacción y la colaboración promueve actividades de ciencia y arte, orientadas a desarrollar pensamiento reflexivo y crítico.

Es un manual que pueden trabajar los niños y niñas con sus profesores, y sus familias, de manera co-curricular, síncrona presencial, asíncrona e híbrida.

En cada una de sus 4 actividades se utiliza lenguaje científico, ordenado y sencillo. Además promueve el conocimiento científico, la reflexión personal y la responsabilidad individual y grupal hacia los otros.

Este programa es introductorio para dar un enfoque relacionado al cambio climático, la contaminación y la salud entre otros.

En los experimentos se promueve la observación, interacción, reflexión siempre relacionándola con su entorno.

Cada actividad cuenta con materiales de vida cotidiana.

Las actividades cuentan con materiales para ser revisados en las redes sociales de la Tienda de la Ciencia.

Entre las decisiones que se tomaron también fue el uso de códigos de colores que permitiera saber cuántas sesiones iban y qué se había trabajado en cada una de ella. En la figura 32, se puede apreciar el uso de los colores, azul para la primera sesión, verde para la segunda y amarillo para la tercera. Esto era evidente desde el ejercicio de rompehielo, en el que a través del juego se hacía un repaso de los temas abordados previamente.

Figura 32. Ejercicio de integrador para iniciar cada sesión



## También danos una y pláticanos un poco sobre lo que recuerdas

- ◆ ¿Cómo se escribe agua en lenguaje científico?
- ◆ ¿Cómo es el agua físicamente?
- ◆ ¿Porqué el agua caliente sube y la fría queda abajo?
- ◆ El agua se mueve por **C\_p\_l\_r\_d\_d** en espacios pequeños y sube paredes, llena ríos y arroyos y deja huella.
- ◆ Las gotas de agua parece que tienen una membranita encima que la mantiene junta que se llama: **T\_ns\_n s\_p\_r\_f\_c\_l** y hay sustancias como **el \_\_\_\_\_ y el**

En la estructura de trabajo de las cuatro sesiones, se decidió trabajar las características del agua, la capilaridad, la tensión superficial y la solubilidad (tabla

8). De estos temas se eligió los que se trabajaron en la Feria de Ciencia que se llevó a cabo en la sesión número 5.

Tabla 8. Temas y actividades del taller co-curricular

Sesión	Tema	Formato
Actividad 1. ¡Aquí está: EL AGUA! ¡Se ve, se siente, flota, se mueve!	Características generales, estados del agua Capilaridad	Observación, hielo, recorrido del agua.
Actividad 2. ¿Cómo se ve el cambio de temperatura del agua? Hagamos una demostración científica	Tensión superficial	Demostración volcán de agua. Video y presencial Experimentación, gotas Reto: gotas cuadradas
Actividad 3. ¡EL AGUA tiene fuerzas invisibles! y hay quienes las pueden desbaratar.	Tensión superficial	Observación Experimentación aceite y jabón. Burbujas de jabón
Actividad 4. ¡ EL AGUA tiene fuerzas invisibles! .y puede desaparecer y mover sustancias!	Las fuerzas del agua: solubilidad	Video, Experimento con sal, azúcar, mensajes secretos.

Como se mencionó con anterioridad, una característica de este programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte era que se trabajara con materiales de vida cotidiana, es decir de uso común, de fácil acceso y que fuera seguro su uso. Se seleccionaron, agua de grifo y agua purificada, marcadores, tijeras, cartón, fomi, arena, azúcar, sal de mesa, popotes, recipientes transparentes, platos de cartón, cucharas, filtros para café, colorante de comida, grapas, vasos, aceite, jabón para trastes, jeringas sin aguja, entre otros.

Figura 33. Presentación de los materiales

**Vamos a usar estos materiales para las dos partes de la actividad:**

- ◆ 1 recipiente con Agua Fría
- ◆ 1 recipiente con Agua Caliente.
- ◆ 2 botellas transparentes.
- ◆ Colorante de comida.
- ◆ 1 pedazo de cartón
- ◆ Trozos de plástico (para la boquilla de los frascos)
- ◆ 1 plato
- ◆ Colores, lápiz y o pluma.
- ◆ 1 jeringa sin aguja
- ◆ 1 pedazo de fomi
- ◆ 1 trapito para secar.
- ◆ 1 hoja o tu cuaderno de libreta de científico



**Vamos a usar estos materiales en dos actividades:**

- ◆ 1 recipiente con Agua a temperatura ambiente
- ◆ 2 vasos transparentes
- ◆ 2 cucharas
- ◆ 2 filtros para café (como los de la cafetera)
- ◆ 2 platos
- ◆ Sal de mesa
- ◆ Azúcar
- ◆ Plumones, lápiz y o pluma.
- ◆ 1 trapito para secar y servilletas absorbentes.
- ◆ 1 hoja o tu cuaderno: libreta de científico

Para explicar las actividades se recurrió a dos formatos principalmente, 1) fue mostrar las indicaciones en una diapositiva proyectada en el pizarrón del salón lo

que permitía intervenirlas de ser necesario, usando en las actividades notación científica, indicando el número de sesión, y la actividad que se estaba realizando. 2) Se proyectaron videos en el salón, que eran igualmente acompañados después de un texto que indicaba para seguir los pasos (figura 34).

Figura 34. Presentación de actividades

### 2.1.1 Agua caliente

- Coloca nuestros materiales sobre la mesa de manera cuidadosa.
- Es **INDISPENSABLE** contar con la ayuda de un **adulto responsable**.
- Calienta el agua hasta que casi hierva, al mismo tiempo añadir hielo al agua en otro recipiente.
- Coloca sobre el plato la botella de vidrio con su sello de plástico.
- Añade **5 gotas de color vegetal** a la botella.
- **Llena** cuidadosamente la botella **con agua caliente hasta** el nivel de **arriba** de la boca con el plástico.

### Actividad 4.1

#### 1,2,3 por mí y mis amigas dijo el agua, y disolvió a la sal y al azúcar

**Leamos todos los pasos y manos a la obra.**

1. Hacer equipo, seguir protocolos de salud. Compartir de manera ordenada en voz alta la respuesta a la pregunta de esta actividad. También nos ayuda ver:
  - Nuestra página de Facebook o en el Instagram, o en nuestro sitio de Youtube de [latiendadelaciencia.org](http://latiendadelaciencia.org) para ver la demostración.
2. Colocar nuestros materiales sobre la mesa de manera de cuidadosa.

**MANOS A LA OBRA.**

Con esta variedad de opciones de explicación, se buscaba promover, tanto la autonomía de los alumnos para seguir instrucciones, como el que se sintieran cómodos con distintas opciones de actividades que les permitieran usar distintas formas de aprendizaje, pues aunque no se hizo un análisis sobre los estilos de aprendizaje, se buscaba interpelar e incluir diferentes posibilidades.

Este trabajo previo, permitió estar listos para la implementación, que inició el 27 de enero de 2022.

## V.4 Análisis de la intervención

La intervención se realizó de manera presencial en la escuela y como se comentó, se utilizaron videos, imágenes y presentaciones en digital como apoyo a la realización de cada sesión del taller. Esto derivado de que pocos tenían acceso a un dispositivo propio con internet propio y que se podía aprovechar la presencialidad para observar las dinámicas e interacciones que se presentaban en el salón con las diferentes actividades propuestas.

Se presentan primero los datos de asistencia a las sesiones (tabla 9), que si bien son una variable externa el que hubiera menos alumnos en la primera sesión, debido a cuestiones de salud y del clima, porque fueron días fríos, destaca que en la tercera sesión los niños esperaban con gusto la presencia de la Tienda de la Ciencia teniendo una mayor disposición a participar.

Tabla 9. Asistencia de los alumnos durante las 4 semanas de intervención en salones.

Grado	27 de enero	3 de febrero	10 de febrero	17 de febrero
4to	20	25	34	33
5to	22	29	35	35
6to	18	24	27	33

Considerando que el número fue variando a lo largo de la intervención era importante comprobar si el mecanismo que se había diseñado y nombrado “Recordamos para unir” ayudaba a que los niños que no habían estado en alguna de las sesiones pudieran sentirse integrados.

Figura 35. Recordamos para Unir

**¡Recordamos para unir!**

Antes de hacer la cuarta actividad vamos a recordar un poco sobre las tres anteriores. Así vamos uniendo lo que aprendemos.

Pistas en forma de pregunta, trata de contestarlas en tu mente y luego levanta la mano o escribe en tu hoja de trabajo del día.

**También danos una y platicanos un poco sobre lo que recuerdas**

- ¿Cómo se escribe agua en lenguaje científico?
- ¿Cómo es el agua físicamente?
- ¿Cómo se llama la característica del agua por la que se mueve en espacios muy pequeños y sube paredes, llena ríos y arroyos? **C\_p\_l\_r\_d\_d**
- ¿Por qué el agua hace gotas y parece que tiene una membranita encima que la mantiene junta?

**T\_ns\_\_n\_s\_p\_rf\_c\_\_l**

Ahora sigamos adelante

En la figura 35 se puede apreciar que el repaso se hacía en forma de preguntas que se acumulaban, y que destacaban los principales elementos vistos en la sesión anterior. Estas preguntas sobre conceptos, se hacían en forma del juego “rellena los espacios en blanco”, se podía ofrecer ayuda, así los niños y niñas se sentían en confianza de participar. Esto aseguró la integración de los que hubieran estado ausentes, además de contar con el registro en las redes sociales de las actividades, para acceder a ellas en otro momento.

En las sesiones se pudo apreciar que los niños y niñas que no habían estado en algunas de las sesiones, sobre todo fue muy evidente de la sesión 1 a la 2, se sintieron pronto integrados y cómodos con la forma de trabajo. Hubo quien en viva voz lo comentó en las sesiones, y otros que en la evaluación final mencionaron que una de las cosas que recordaba y quería compartir era que se les preguntaba sobre la “clase” anterior y qué era lo que les había gustado.

El análisis de las actividades realizadas en donde se buscaba tanto evaluar la metodología de diseño del programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte mediado por tecnología, como que este promoviera el desarrollo del pensamiento crítico en los niños y niñas participantes, se realizó de dos maneras. Por un lado, se llevó un diario de observación en donde se anotaron las reacciones, interacciones, comentarios y sugerencias al momento de desarrollar las actividades, y por otro lado se evaluaron las evidencias recuperadas en papel y sistematizadas en una tabla por grado, que recogía características relacionadas con el desarrollo de pensamiento crítico.

En esta sección se presenta completo el análisis de los 3 grupos con los que se trabajó, pero las tablas de observación se encuentran en la sección de anexos.

En el grupo de cuarto de primaria, que desde el inicio fue uno de los más participativos, se fue observando cómo trabajaban con mayor seguridad y cómo las estrategias propuestas de presentación de las actividades fueron de utilidad para integrar a los niños que hubieran estado ausentes en alguna de las sesiones. Era un grupo con muchas ganas de participar y que poco a poco se fue abriendo a

más estudiantes con interés de compartir, lo cual se puede ver en la tabla 10 pero también en la participación que fue registrada en el diario campo Anexo V.

Tabla 10. Sistematización de las actividades por escrito llevadas a cabo con el grupo de 4to

Actividades por escrito 4to Grado	Sigue Instrucciones		Trabaja en autonomía		Presenta punto de vista		Ofrece razones		Ve otras posibilidades (relaciona con el contexto) (ofrece opciones o soluciones creativas)		Responde apropiadam ente	
							(comunica claramente)					
Actividad 1 ¿qué aprendí? 27/enero	18/20	90%	20/20	100%	8/20	40%	9/20	45%	6/20	30%	18/20	90%
Actividad 2 ¿Para qué más sirve el agua? 3/febrero	23/25	92%	21/25	84%	N.A. El tiempo fue insuficiente para hacerlo por escrito							
Actividad 3 ¿Cuándo una mezcla es feliz y cuando no tanto? 10/ febrero	25/34	74%	28/34	82%	N.A. El tiempo fue insuficiente para hacerlo por escrito							
Actividad 4 ¿Qué quiero hacer con lo que aprendí del agua? 17/ febrero	26/33	79%	26/33	79%	16/28	57%	13/33	39%	12/33	36%	22/33	67%

Desmenuzando los registros de la tabla 10, se puede ver lo siguiente. En cuanto a la habilidad de seguir instrucciones, del inicio de la intervención al final, el número neto de estudiantes que seguían las instrucciones fue en aumento, iniciando con 18 en la primera sesión y 26 en la última, lo cual mostraba que con la práctica fueron mejorando las habilidades de comprensión y aunado a que se hicieron ajustes a las instrucciones para hacerlas más claras en caso de ser necesario.

En lo relacionado al trabajo en autonomía ocurrió algo muy similar, en números netos de 20 alumnos capaces de trabajar de manera autónoma se terminó con 26, sin embargo, en términos relativos parecería que hubo un decremento, pues del 100 por ciento con el que se inició se concluyó la intervención en aula con un 76 por ciento. Este cambio se puede atribuir a un conjunto de factores, por una parte los experimentos y demostraciones fueron aumentando de dificultad, asistieron cada vez más niños a las sesiones, y hubo un mayor ambiente de confianza en comparación con la primera sesión, lo que a veces hacía que se distrajeran un poco más platicando y por lo mismo necesitaran ayuda al momento de estar llevando a cabo los experimentos y de alguna manera esto impactó en los siguientes criterios a analizar.

En todos los ítems de análisis relacionados con el pensamiento crítico; hubo un incremento, es decir un desarrollo de habilidades. Más niños presentaron su punto de vista, prácticamente el doble entre el inicio y el fin de las cuatro intervenciones en aula, aún cuando no se pudo medir con precisión con los instrumentos planeados debido a que faltó tiempo en las sesiones 2 y 3 para llevarlas a cabo debido a como se mencionó fue necesario dedicar más tiempo a la realización de los experimentos. De acuerdo con los registros un 50 por ciento más de los niños ofreció su punto de vista. Además, aunque en menor proporción fueron respondiendo apropiadamente, es decir cuando la tallerista hacía preguntas en el salón, la participación fue mayor, en lo oral fue muy evidente, en dónde a veces era menos claro era en las actividades que entregaron y se sistematizaron en la tabla 10, porque si bien hubo muchos que hacían lo que se les solicitaba, hubo quienes aprovechaban el espacio más libre para expresar sentimientos, mensajes de agradecimiento, o algún otro tema que no forzosamente era lo que se solicitaba en la actividad (figura 36).

Figura 36. Ejemplos de respuestas de los alumnos de 4°.



En cuanto a las habilidades de relacionar el contexto y ofrecer soluciones creativas, el doble de niños y niñas mostraron que podían hacerlo. Por ejemplo, en una de las sesiones cuando se habló de la fuerza del agua para mover las cosas, comentaron cómo en época de lluvias se forma una corriente cerca de la escuela,

que se encuentra a pocas cuerdas del lago de Chapala, hablaron de las “culebras de agua” que desgajan cerros. Hablaron de soluciones que en sus casas se han realizado o bien que se han discutido. Así de manera global podemos ver que en los alumnos de cuarto sí hubo un desarrollo en las habilidades ligadas al pensamiento crítico.

El grupo de quinto grado que fue el más numeroso durante toda la intervención, se obtuvieron los siguientes resultados.

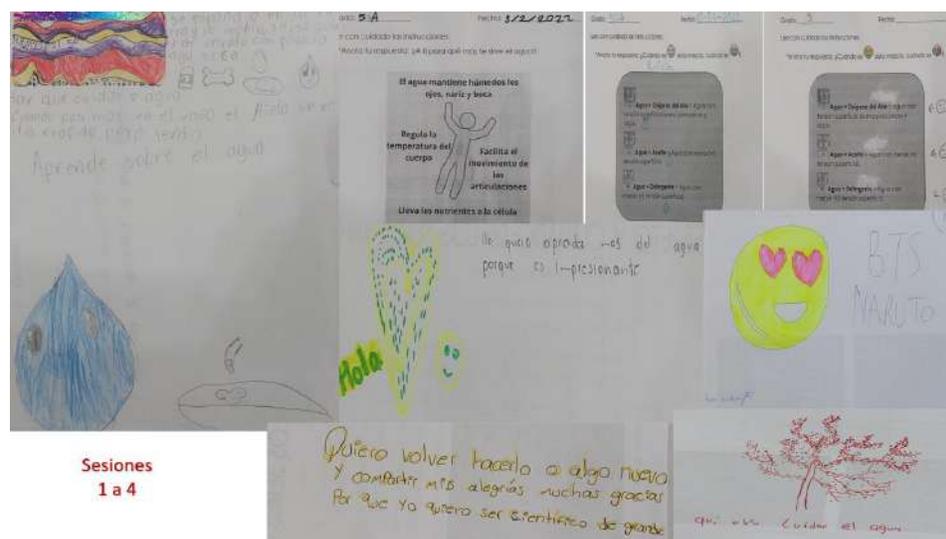
Se trató de un grupo numeroso, con una muy buena disposición de trabajo, que inició con pocos alumnos que participaban cuando se hacían preguntas, era un grupo más bien callado, pero poco a poco fue adquiriendo mayor confianza. Al momento de pedir voluntarios, las manos levantadas fueron cada vez mayor. Fue un grupo que se involucró activamente en la realización de las actividades, por turnos se hicieron cargo de repartir los materiales (Anexo VII), de estar al pendiente que todos tuvieran lo necesario para trabajar. Pero además como se puede ver en la tabla 11 fueron presentados con mayor frecuencia y seguridad su punto de vista y ofreciendo razones para esos puntos de vista. En este grupo en particular se notó el avance sobre todo en la seguridad y ganas de opinar.

Tabla 11. Sistematización de las actividades por escrito realizadas con el grupo de 5to

Actividades por escrito 5to Grado	Sigue Instrucciones		Trabaja en autonomía		Presenta punto de vista		Ofrece razones		Ve otras posibilidades		Responde apropiadamente	
							(comunica claramente)		(relaciona con el contexto) (ofrece opciones o soluciones creativas)			
Actividad 1 ¿qué aprendí? 27/enero	20/22	91%	19/22	86%	9/22	41%	9/22	41%	5/22	23%	20/22	91%
Actividad 2 ¿Para qué más sirve el agua? 3/febrero	29/29	100%	26/29	90%	N.A. El tiempo fue insuficiente para hacerlo por escrito							
Actividad 3 ¿Cuándo una mezcla es feliz y cuando no tanto? 10/ febrero	25/35	74%	28/34	82%	18/35	51%	N.A. El tiempo fue insuficiente para hacerlo por escrito				33/35	94%
Actividad 4 ¿Qué quiero hacer con lo que aprendí del agua? 17/ febrero	27/35	77%	29/35	83%	19/35	54%	18/35	51%	13/35	37%	22/33	67%

En el criterio relacionado con seguir instrucciones, en números netos se pasó de 20 a 27 alumnos capaces de hacerlo de manera adecuada, y de 19 a 29 en relación a trabajar en autonomía. En este grupo en particular, el que se fueran haciendo cargo de repartir materiales, leer las instrucciones y trabajar en la mayoría de los ejercicios en parejas, funcionó como detonador de la confianza para participar, hacer equipo y desarrollar habilidades de comunicación, que les permitieran participar en voz alta cuando se solicitaba, o por escrito como se puede ver en la figura 37.

Figura 37 Trabajo alumnos de 5°

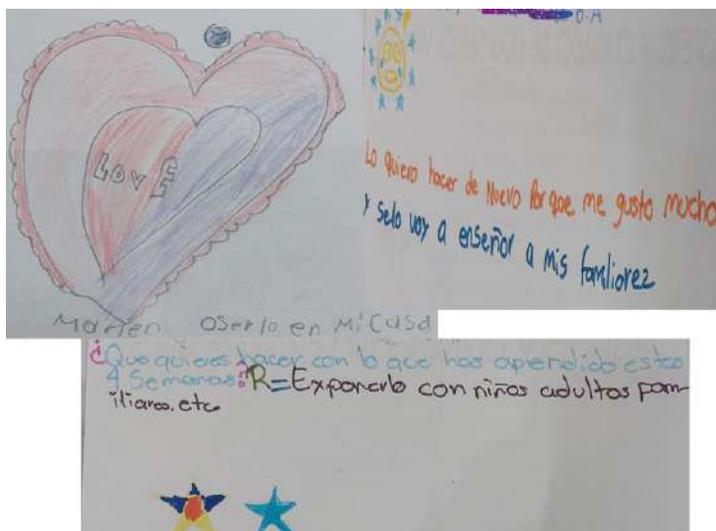


En el grupo de sexto de primaria hubo algunas condiciones que modificaron un poco la dinámica en relación a los grupos de 4° y 5°, por un lado el horario para trabajar con este grupo era después del segundo recreo y justo antes de la salida, lo que hacía que para algunos de los niños fuera un poco más difícil concentrarse en la realización de las actividades. Además, de que hubo interrupciones, ya sea porque hubo niños y niñas que eran de la escolta y debían salir a practicar para los honores del 24 de febrero. O que durante 3 de las 4 sesiones, estuvo presente un alumno especialmente demandante de atención, que se distraía o distraía a sus compañeros. Sin embargo, en el caso de él en particular fue muy interesante ver su cambio de actitud, cuando tuvo que explicar a los más pequeños, durante el

evento que llamamos “Feria de Ciencia” fue mucho más cooperador, y hasta gustoso de compartir sus conocimientos y habilidades con los niños y niñas de los primeros años de primaria.

Volviendo al grupo en general, y al análisis de las variables relacionadas con el desarrollo del pensamiento crítico, fue el grupo al que más trabajo le costó presentar su punto de vista (figura 38), si bien en números absolutos nuevamente se vió un aumento de personas que participaban, fue notable que el porcentaje no superó el 50 por ciento de los alumnos (tabla 12) y que cuando comunicaban algo era de manera mucho más escueta. A este grupo podría posiblemente agregarse un tema ligado a la etapa de desarrollo en la que se encontraban, como adolescentes o pre-adolescentes.

Figura 38. Trabajos de la sesión 4 de 6°



Es notorio también, que al ser un grupo de estudiantes con mayor edad, tenían desarrolladas habilidades como el trabajo en autonomía, el seguir instrucciones y responder apropiadamente. De los tres grupos, este fue el que mantuvo los porcentajes más elevados en toda la intervención. Sin embargo, destaca que en lo relacionado a ver otras posibilidades, relacionar lo aprendido con el contexto, y ofrecer soluciones o alternativas creativas fue el grupo que tuvo el cambio más grande en relación a como iniciaron, pasando del 23 al 37 por ciento, fue evidente

que aun con las interrupciones y condiciones por momentos desfavorables un pequeño grupo que se mantuvo participando de manera constante.

Tabla 12. Sistematización de las actividades por escrito realizadas con el grupo de 6to

Actividades por escrito 6to Grado	Sigue Instrucciones		Trabaja en autonomía		Presenta punto de vista		Ofrece razones		Ve otras posibilidades		Responde apropiadam ente	
							(comunica claramente)		(relaciona con el contexto) (ofrece opciones o soluciones creativas)			
Actividad 1 ¿qué aprendí? 27/enero	13/18	72%	16/18	89%	6/18	33%	9/22	41%	5/22	23%	20/22	91%
Actividad 2 ¿Para qué más sirve el agua? 3/febrero	20/24	83%	22/24	92%	10/24	42%	9/24	38%	7/24	29%	20/24	83%
Actividad 3 ¿Cuándo una mezcla es feliz y cuando no tanto? 10/ febrero	22/27	81%	24/27	82%	10/27	37%	12/27	44%	10/27	37%	22/27	81%
Actividad 4 ¿Qué quiero hacer con lo que aprendí del agua? 17/ febrero	27/33	82%	24/33	83%	13/33	39%	18/35	51%	13/35	37%	26/33	79%

En la quinta sesión, denominada “Feria de Ciencia”, llevada a cabo el 30 de marzo 2022, es decir poco más de un mes de la última sesión en clase sobresalieron algunos elementos que se comparten a continuación.

En esta actividad los alumnos y alumnas que habían participado en el programa co-curricular debieron explicar a sus compañeros y compañeras de 1º, 2º y 3º de primaria los experimentos. Se eligieron tres experimentos el de las burbujas que había tenido mucho éxito (figura 39), y que al mismo tiempo tenía un grado de dificultad pues se trataba de hacer burbujas soplando con un popote y no con un aro como tradicionalmente se suele hacer.

Figura 39. Experimentos elegidos para la Feria de la Ciencia. Burbujas



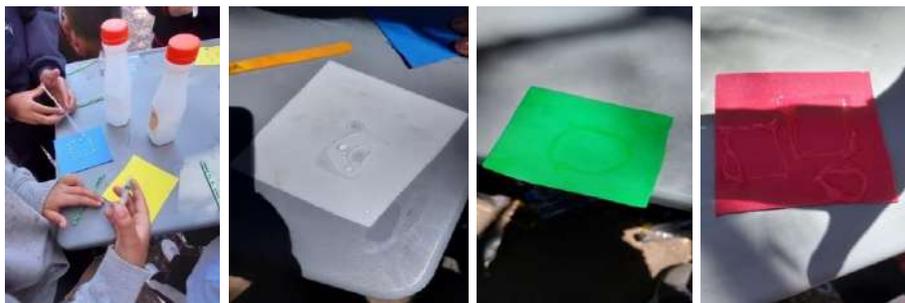
También se eligió la actividad de los mensajes secretos que fue parte de la sesión “¿Cuándo una mezcla es feliz y cuándo no tanto?”, en el que se escribe algo con un plumón de agua sobre un filtro para café, se vierte un poco de agua con azúcar, lo que hace que el mensaje vaya desapareciendo (figura 40) y que si se vierte agua con sal el mensaje se fija en el filtro.

Figura 40. Imágenes de la Feria de la Ciencia. Mensaje Secreto



Y como tercera actividad se eligió la de las gotas y la tensión superficial, en donde se retaba a los alumnos a hacer gotas de diferentes formas sobre una hoja de fomi y con la ayuda de una jeringa sin aguja.

Figura 41. Imágenes de la Feria de Ciencia. Las gotas de agua



En la Feria de Ciencia se solicitó a los alumnos y alumnas que ellos apoyaran entregando materiales, dando explicaciones o sugerencias a sus compañeros de otros grados o bien documentando con imágenes y videos las actividades realizadas (figura 42).

Figura 42. Ejercicio documentado por los estudiantes



Esta Feria a diferencia de las sesiones previas era mucho más breve, no se trabajaban tan a detalle los conceptos teóricos, y las explicaciones eran más cortas así en sesiones de 20 minutos por grado pasó toda la escuela a hacer los experimentos que tanto habían llamado la atención de sus compañeros de 4°, 5°y 6°. En este ejercicio fue muy evidente que muchos de los alumnos que en la primera ocasión habían tenido problemas para manipular la jeringa por ejemplo o para soplar en el popote, estaban ahora mucho más seguros, y podían compartir sus experiencias con sus compañeros más pequeños.

Como última actividad con los niños de 4°, 5°y 6° se pidió que compartieran qué les gustó, qué recordaban y qué querían decir a otros.

De las opiniones vertidas por los niños y niñas destacaron las siguientes:

En la sección “Lo que me gustó” se hizo el análisis de la frecuencia de los términos utilizados como se puede ver en la figura 43. Resaltaron dos elementos, uno que tiene que ver con él o los experimentos que más les gustaron y en donde el de las burbujas indudablemente fue el que más les llamó la atención. El otro elemento tuvo que ver con una cualidad de la forma de trabajo, la amabilidad, declarada desde un inicio como una característica esencial del programa co-curricular y que además fue calificado por ellos mismos como divertido y donde lo que les gustó es que “hacen” cosas: experimentos. Esto permite relacionar lo que





Tabla 13. Recuperación de la pregunta lo que quiero decir

<b>Característica</b>	<b>Menciones</b>
Aprendizaje / diversión	18
Cuidar Agua y Medio Ambiente	13
Cualidades Tallerista y del programa	13
Compartir experimentos o conocimientos específicos	11
Compartir lo que aprendí en general	7
Agradecimientos	5
Gusto por hacer con otros	4
Forma de trabajo (recapitulación)	2
Novedad	1
Ayudar	1

También se mencionaron como positivas las cualidades de la tallerista y del programa. Agradecieron lo novedoso de la propuesta de trabajo del programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte mediado por tecnología.

Finalmente para complementar la información obtenida en las actividades de los estudiantes, se tuvieron entrevistas con los profesores, en el mes de abril 2022. En éstas destacaron que luego de las cuatro sesiones de trabajo en el programa co-curricular de divulgación de ciencia y arte para niños y niñas, los alumnos estaban más motivados en otras materias. El maestro de quinto mencionó que habían desarrollado mayor seguridad y querían participar más en clase. La maestra de cuarto de primaria compartió que sus alumnos habían encontrado aplicaciones del agua para generar energía eléctrica, haciendo referencia a la actividad “el Agua mueve cosas”, y que habían desarrollado también, gusto por investigar en internet definiciones que complementarían lo visto en el programa y en las otras clases que estaban cursando. La maestra de sexto de primaria además compartió que luego de la experiencia, los niños y niñas de su salón habían promovido una feria de ciencias con temas diversos en la que participaron niños y niñas de todos los grados. En esta feria se organizaron colocando “stands” escritorios en el patio central de la escuela para que cada persona o equipo expusiera al resto de sus compañeros el experimento o la demostración que habían preparado y a la que se invitó al equipo de la Tienda de la Ciencia.

Figura 45. Feria promovida por alumnos y alumnas de 6°



Con esta actividad se cerró lo que correspondió al trabajo de intervención del programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología. En donde si bien las condiciones de uso continuo de la mediación tecnológica se dieron en cuanto a la proyección de materiales, al compartir en redes sociales y en el sitio web las actividades para los profesores, el uso de TIC en el aula aumentó, como lo comentó la maestra de cuarto de primaria que intencionó su uso para complementar información de clase. Fue interesante que esta experiencia trascendió la escuela, pues un año después a finales de abril 2023, un profesor de otra escuela de la ribera de Chapala se acercó al equipo de la Tienda de la Ciencia comentando a sus compañeros de la escuela en la que se realizó la intervención le habían platicado de la experiencia y había visto fotos en las redes sociales de la asociación del trabajo realizado. Y estaba interesado en que se pudiera replicar la experiencia en su plantel.

## **VI. De la teoría de lo co-curricular al diseño y la implementación**

En esta investigación que tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar un programa co-curricular para niños y niñas de ciencia y arte mediado por tecnología que promoviera el pensamiento crítico, a través del uso de la metodología EXD es importante destacar algunos elementos.

Se divide la discusión en dos momentos, uno enfocado en temas del diseño curricular y co-curricular del programa de divulgación de ciencia y arte mediado por tecnología y el segundo momento respecto a la implementación de la estrategia de diseño instruccional seleccionada, la metodología EXD.

Por un lado, en cuanto al diseño curricular y como parte del trabajo previo, se identificó que era necesario dotar, así como lo mencionaba Morin desde finales de los años noventa y nuevamente en el 2020, a los estudiantes de habilidades que les permitieran hacer frente a los desafíos de la complejidad. Habilidades, así como lo propone el pensamiento crítico, para trabajar en ambientes cambiantes, inciertos, que requieren de personas capaces de comprender y analizar información en diferentes contextos, plantear soluciones innovadoras y argumentar sus puntos de vista pero con respeto a la diversidad.

Sin embargo, para poder lograr esto era necesario generar un ambiente de confianza, en el que los estudiantes tuvieran una actitud receptiva, y este es uno de los aportes innovadores de esta propuesta de trabajo con los estudiantes. El dedicar en cada una de las sesiones unos minutos para reconocer los aciertos, lo que habían hecho bien, abrió la posibilidad a ser más receptivos, a aprender reconociendo que habían hecho las cosas bien. Esto se reforzaba con la segunda actividad, la revisión de lo trabajado la sesión anterior, en donde a los alumnos y alumnas se les garantizaba el éxito, pues sin importar quien participara, todos recibirían en caso de ser necesario la ayuda necesaria responder acertadamente. Estas dos pequeñas acciones, sumadas a un lenguaje respetuoso detonaban en los participantes un grado de satisfacción personal, necesario para aprender. Tenían un reforzamiento positivo personal y grupal, se fue creando una red que

permitiera el trabajo colectivo, creando una comunidad de aprendizaje donde se pudo participar de manera segura.

Aunado a estas necesidades se encontró y se aprovechó el fuerte vínculo que autores como Costa, et.al, (2020), Tamayo Alzate et. al. (2019), Tamayo Alzate , et. al. (2015) y Sbarbati Nudelmann, (2017) han encontrado entre el pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias. Se pudo aprovechar del pensamiento científico su uso del lenguaje claro, la presentación de una estructura clara y constante, para desarrollar una metodología con pasos claros que se pudieran reproducir y que fueran desarrollando en los niños y niñas a quienes iba dirigida un pensamiento lógico y secuencial. Así podían anticipar los momentos de trabajo, y aunque el grado de dificultad de las actividades fuera mayor de lo previsto, porque había algunas habilidades de motricidad fina que no estaban desarrolladas en todos los alumnos y alumnas, no era motivo de desmotivación, sino que les permitió aprender de sus errores, intentando en repetidas ocasiones. Este era un un proceso individual, pero colectivo pues se compartía con su compañero o compañera de equipo, abriendo la posibilidad al apoyo entre pares y a discusiones sobre la forma de mejorar aquello que no había salido bien en el primer intento. Se estaban ofreciendo buenas razones, que era una de las características del pensamiento crítico buscadas y se estaba promoviendo la escuchar a los otros y trabajar en equipo.

Esta propuesta incluyó al arte desde una concepción amplia, aquella que se relaciona con el STEAM, y que destaca el aporte del arte como parte de la formación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Ya que es el arte el que ofrece alternativas para generar nuevas ideas, soluciones y respuestas novedosas a los problemas a los que la sociedad actual se enfrenta. Este programa co-curricular pensó en el arte como aquel que permite expresar sentimientos, emociones, a través de la selección de colores, de formas, de dibujos, incluso de emoticones. Y así como los primeros momentos de cada sesión de trabajo en que se reconocía lo que se hizo bien, estas expresiones artísticas abonaron a un aprendizaje integral, y para formar en diferentes

dimesiones a los sujetos, en este caso las niñas y niños a los que estaba dirigido el programa.

Así, tomando como base experiencias previas de La Tienda de la Ciencia, se diseñó un taller co-curricular que abonara al proceso de formación de los estudiantes de los últimos años de primaria en diferentes ámbitos entre los que se pueden nombrar los siguientes: se contó con un proyecto claramente estructurado, con un plan de trabajo definido, con contenidos académicos presentados con el apoyo de un profesional de la comunicación de la ciencia, diseñado en colaboración con un especialista en diseño instruccional. Es decir se hizo una propuesta profesional y de calidad que estaba fuera del currículo, pero que como plantea Singh (2017), lo enriqueció en diferentes momentos.

Este enriquecimiento se dio en diferentes niveles a través de un entretrejo entre el programa co-curricular y el currículo de cada grado. Por un lado en lo académico tanto en temas de ciencia y conceptos propios del taller, como los estados del agua, la capilaridad, la tensión superficial, la solubilidad, las moléculas; y otros temas de ciencia propios de cada grado como las energías renovables. Pero abonaba también al reforzar habilidades de lectoescritura, de comprensión y de recuperar las habilidades y actitudes del ser alumno en la escuela, que luego de dos años de trabajo a distancia necesitaban retomarse. Considérese que los alumnos de cuarto de primaria, que era el grupo de menor edad al que estaba dirigido el programa, cursaban la mitad de segundo de primaria cuando comenzó la pandemia por COVID-19 y que el dejar de asistir presencialmente a la escuela hizo que aun con el mejor de los esfuerzos de familia y maestros quedaran conocimientos sin afianzar, formas de interactuar que no se pudieron dar y que en este programa co-curricular se retomaron con la intervención en un espacio conocido, mediado por un adulto y a la vez novedoso.

Con los 2 o 3 experimentos y demostraciones breves de cada sesión se trabajó en promover la concentración por periodos de tiempo de entre 15 y 20 minutos cada vez. Los niños y niñas trabajaron en actividades que les interesaran, que evitaban la dispersión, centrándose en una característica del agua en particular,

esto permitía una mejor comprensión y aprendizaje a través del hacer, del trasladar lo teórico a algo práctico.

Por otro lado en la dinámica de trabajo; se propuso como argumentaba Fonseca Pérez (2017) una forma de socializar y enculturar a las nuevas generaciones, usando un lenguaje respetuoso, haciendo uso conciente y eficiente de los recursos, que eran recursos de vida cotidiana, en espacios que como comentó Jiménez González (2016), fueron legitimados a través de la práctica como el patio de recreo, la cancha de fútbol y reconociendo la valía del aporte de cada uno de los asistentes al taller, al esperar turnos, al apoyarse unos a otros y al trabajar en equipo.

Tanto en el testimonio de los profesores, como en el diario de observación, se mostró el cambio de actitud al momento de trabajar. Los alumnos y alumnas se fueron sintiendo cada vez más confiados, con mayor certeza, y esta actitud que se replicó en las distintas materias. Se dedicaron a buscar información extra, cuando consideraban que era necesaria para entender mejor el contexto del tema que estuvieran trabajando. Se creó un ambiente de confianza para participar en clase, para dar su opinión y escuchar con atención y respeto a los compañeros y compañeras.

El trabajo de la tallerista, sin duda alguna como comentó Singh (2017) irrumpió en la cotidianidad del aula, y se hizo de manera positiva al motivar tanto a niños, niñas y a sus profesores en un momento complejo para la educación, luego de dos años de pandemia. Se abrió la puerta para que se hicieran propuestas de trabajo que involucraron a toda la escuela, por ejemplo, la Feria organizada en abril por los alumnos. En ella, los participantes, niños y niñas de 1° a 6° de primaria, buscaron una gran variedad de temas, pero sobre todo resaltó que invitaron a sus familiares a colaborar, en la selección y preparación de sus experimentos y demostraciones.

El énfasis en el trabajo colaborativo del programa co-curricular trascendió las aulas y la escuela misma. En una actividad fuera del programa, niños y niñas de

todas las edades, pidieron ayuda de sus padres, abuelos, tíos y hermanos, para llegar a la escuela con un experimento o una demostración acompañada de un cartel y que debían explicar a sus compañeros, compañeras y maestros cuando pasaban por su stand. La actividad nuevamente tuvo un impacto multinivel, pues los llevó desde la curiosidad de cada uno a investigar, a discriminar, a sintetizar, a comunicar de manera oral y por escrito sus hallazgos, los empoderó al permitirles mostrar a otros lo que habían investigado y aprendido.

Al trabajar con materiales de vida cotidiana, se promovía la creatividad, pues se propusieron formas novedosas de ser utilizadas. Por ejemplo el uso de jeringas sin aguja y hojas de fomi para crear figuras con gotas de agua, o el uso de grapas y buscar que flotaran o no dependiendo de si la tensión superficial en el vaso con agua se rompía o se mantenía; o el uso de popotes para hacer burbujas de jabón, Estos pusieron en evidencia la necesidad de trabajar en habilidades de motricidad fina tanto para manipular las jeringas y controlar el flujo del agua, como para colocar de manera horizontal la grapa sobre el vaso con agua o incluso para soplar en un popote, en lugar de sorber. Aun cuando estas actividades fueron diseñadas, y tenían una explicación en formatos digitales, es decir siempre estuvo presente la mediación tecnológica, el apoyo de un adulto responsable, en este caso la tallerista fue fundamental, para permitirles en un ambiente seguro probar, fomentar su curiosidad al manipular los materiales o al hacer preguntas y tener respuestas científicas.

Ahora entrando a la discusión desde el análisis de la metodología de diseño instruccional propuesta, E-learning Experience Design se puede decir lo siguiente. La metodología de diseño instruccional EXD propone un modelo en 6 fases, en donde la sexta "Medir" es un proceso continuo e inherente a cada una de las cinco etapas previas, que permite hacer ajustes de forma ágil, además de que al ser un proceso iterativo genera condiciones de mejora en cortos periodos de tiempo. Es una metodología flexible, no sólo por los ajustes, sino porque permite incorporar una variedad de técnicas para medir y evaluar de manera sistemática el proceso y

abre la posibilidad de trabajar con diferentes técnicas y aprovecharlas en los diferentes momentos de diseño.

En esta intervención, la fase de “Empatizar” fue crucial para hacer la toma de decisiones y el medir fundamental para hacer los ajustes necesarios debido a que al hacer la propuesta de trabajo y de investigación para la obtención de grado, la pandemia por COVID-19 se encontraba en un punto en el que considerar opciones con una fuerte mediación tecnológica era un imperativo. Sin embargo, al hacer el trabajo de campo y la recolección de datos entre noviembre y diciembre de 2021, las condiciones estaban cambiando, ya se había vuelto a las aulas con algunas restricciones, pero había incertidumbre respecto a si en enero 2022 las condiciones de salud permitirían que se continuara con sesiones presenciales, o si se tendría que volver a un modelo a distancia por un posible repunte de contagios. Además este proceso de empatizar era necesario que comprobara supuestos que se tenía sobre el acceso y uso de dispositivos tecnológicos eran muy distintos, y que no debía de pensarse que un acceso generalizado a internet se podría traducir en el uso generalizado de herramientas como apoyo a la educación, al menos en el caso de los niños y niñas de educación básica.

Fue así como se consideró conocer las condiciones y posibilidades de acceso tecnológico de los estudiantes y sus familias en casa, que ya se describieron en el capítulo anterior. Entre estas condiciones destacaron tres: 1) los niños y niñas tenían acceso a dispositivos por periodos de tiempo limitado en promedio 2 horas al día, 2) los dispositivos eran en su mayoría móviles (celulares y tabletas) y 3) su manejo de herramientas era básico, necesitaban ayuda para actividades como enviar o compartir documentos o imágenes. Esto llevó a reconsiderar la propuesta de la mediación tecnológica y ajustarla a las condiciones de la población con la que se trabajó. Se optó así por utilizar redes sociales, Facebook e Instagram que eran de las más usadas después de WhatsApp y un sitio web que no requiriera crear cuenta de acceso y sobre todo que pudiera ser consultado por los profesores luego de clase. Se dejaron de lado propuestas iniciales del uso de una plataforma educativa o LMS, que al final podría haber entorpecido más que abonado en el

proceso de socialización y aprendizaje. Así de acuerdo con Villegas Pérez (2017) las TIC sí se incluyeron como un aliciente en nivel primaria, pero no se convirtieron en una camisa de fuerza o en una restricción para el desarrollo del programa co-curricular y del pensamiento crítico en los estudiantes.

Al momento de llegar a la escuela donde se realizó la intervención, el acceso a internet resultó ser limitado y los niños no contaban con dispositivos. Aunque se contó con información sobre las condiciones tecnológicas por conversaciones con la directora, hubiera sido útil generar un instrumento que incluyera este escenario al “Empatizar”. Esto derivó en un ajuste *in situ* de la estrategia, haciendo que los recursos se llevaran descargados en la laptop de la tallerista para ser proyectados en los salones. La metodología EXD al promover esta revisión y evaluación constante e iterativa favoreció las condiciones y disposición al momento de hacer adecuaciones. Este mismo proceso de evaluación constante ayudó a generar una serie de recomendaciones para que los profesores, o cualquier persona pudiera revisar en el sitio web, que se sumaban al manual de cada una de las sesiones que se les entregaba al inicio de ellas.

La información recabada en la fase “Empatizar” ayudó como se esperaba para que las decisiones que debían de tomarse en las fases “Definir” y “Seleccionar” fueran sencillas, ya que se tenía conocimiento sobre lo que los niños y niñas percibían como sus habilidades de pensamiento crítico, el cual se complementó con la percepción de los profesores y las condiciones de acceso tecnológico de ambos. Ante este escenario fue evidente que debían planearse contenidos claros, bien definidos y en donde el uso de los recursos tecnológicos se limitara a un apoyo en las sesiones, que quedara como un recurso que pudiera ser utilizado y compartido por profesores y alumnos fuera de la escuela.

Se diseñó el uso de recursos tecnológicos que estuvieran grabados, que no requirieran el acceso a internet durante las sesiones de trabajo con los estudiantes, pero que pudieran ser consultados posteriormente a través de redes sociales y de la sección dentro del sitio web creado para esta intervención. Este sitio web se diseñó principalmente para que, si los profesores querían retomar

algo tuvieran un manual con las indicaciones, y materiales que se habían utilizado en clase con sus alumnos.

La posibilidad de estar haciendo el proceso constante de “Medir” abonó a hacer ajustes en los materiales que se iban colocando en el sitio web, cada semana de ser necesario se hacían ajustes en cuanto a la claridad de las instrucciones y de los materiales a compartir. Cada sesiones se fue colocando y actualizando de ser necesario, posterior a la intervención o “lanzamiento” como se conoce en este modelo, es decir era un lanzamiento que se medía casi de manera simultánea.

El diseñar bajo esta metodología permitió desde un inicio saber que se harían ajustes, lo cual preparaba al investigador a tener una actitud de apertura, a ser observante y capaz de hacer adecuaciones para mejorar el proceso de aprendizaje, en cualquier momento, e idealmente con menor estrés, porque ya era algo presupuestado.

Estas fortalezas del modelo son señaladas debido a que tuvieron un impacto positivo en la otra fase del objetivo propuesto, que fue promover el desarrollo pensamiento crítico en los alumnos y alumnas participantes en el programa co-curricular de ciencia y arte.

Tomando como referencia las habilidades de pensamiento crítico sugeridas por Ennis y Weir (1985) esta investigación se encontró con niños y niñas que saben, en su mayoría, identificar el objetivo, o la intención de un texto, esto es congruente también con las evaluaciones internacionales PISA y TRECE, es decir en general contamos con alumnos que saben o logran identificar por qué se les propone hacer alguna actividad o proyecto.

También se habla de alumnos que logran identificar los argumentos, dicho con sus palabras saben identificar las explicaciones o los porqués en los textos que se les comparten, sin importar si es en formato escrito, oral o multimedia. Estas primeras dos habilidades, trabajadas con niños y niñas de entre 8 y 13 años, fueron de las que menos variación tuvieron. Posiblemente porque se trató de estudiantes que,

aún en el contexto escolar actual, están acostumbrados a que se les explique qué es lo que tienen que hacer, y el objetivo que se persigue con la actividades a realizar. Se trató de alumnos que han desarrollado habilidades básicas lo cual corresponde a los análisis que se han hecho de los estudiantes en las pruebas internacionales consultadas, aun cuando ya no se tiene el referente actualizado pues México no participó en ellas en la edición 2021 que era la más cercana a la intervención. Sin embargo, no por ello desaparece la necesidad de seguir reforzando esta área.

Es con la participación en este programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología que se trabajó en áreas que corresponden a habilidades de nivel medio o superior como: ofrecer razones y presentar su punto de vista, que son vistas como habilidades necesarias para un pensador crítico. Éstas les permiten analizar la información que reciben por distintos medios, conocer el origen de la información y hacerse preguntas que fomenten su curiosidad. En este programa co-curricular se trabajó con información multimedia a través de videos, información oral con las explicaciones en el salón o en el patio de la tallerista, y con información escrita en las presentaciones proyectadas, es decir se buscó atender diferentes estilos de aprendizaje. Se les pidió que fueran creando síntesis, que hicieran sus propias conclusiones, que identificaran, escribieran y representaran sus aprendizajes en diferentes momentos y con estrategias diversas, usando palabras, dibujos, colores, emoticones.

Con la información arrojada en la investigación se pudo observar que si bien la curiosidad es una característica de los niños, es necesario seguirla promoviendo a través de hacerse preguntas de manera sistemática, y que aun en una muestra relativamente pequeña, se puede observar cómo esta curiosidad, y búsqueda novedosa de respuestas va disminuyendo conforme crecen, como se vió entre los niños de cuarto y sexto de primaria, los primeros eran mucho más curiosos que los últimos. El fomento continuo y sistemático de la curiosidad abonará a las habilidades de pensamiento crítico como desde el principio se mencionó. El uso del arte como herramienta para expresarse, permitió a los niños y niñas encontrar

otras formas de comunicarse, de ver otras posibilidades, de acercarse de formas novedosas, y otras veces no tanto a temas, situaciones y problemas cotidianos. Esta forma de relación entre lo sistemático de la ciencia y la curiosidad y expresividad del arte es uno de los aportes de esta propuesta.

Así se diseñó, e implementó un programa con bases sólidas, que respondía a un proceso profesional, centrado en el alumno, y en el que se podía recurrir al andamiaje cognitivo de los alumnos y alumnas, para seguir construyendo aprendizajes. Por eso se podían usar los mismos materiales en los tres grados, pero en donde la sensibilidad y conocimiento de la tallerista permitía profundizar un poco más cuando la situación lo requería. Las preguntas que generaban los alumnos y las alumnas cambiaban, lo mismo que las aplicaciones y relaciones que proponían.

Se hizo la propuesta de un programa co-curricular que buscó exitosamente desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de los últimos años de primaria. A través de un taller con temas de ciencia, que contaba con mediaciones tecnológicas, a través de un sitio web, de redes sociales y de presentaciones y videos para apoyar la práctica de divulgación de ciencia, ya que la metodología de diseño instruccional identificó que el uso de las TIC debía favorecer las condiciones para desarrollar el pensamiento crítico y no promoverlas por sí mismas.

## **VII. Conclusiones**

El trabajar en el diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños mediado por tecnología a través de la metodología E-learning Experience Design para fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, fue una experiencia muy enriquecedora en diferentes niveles.

Por un lado puso de manifiesto que, la flexibilidad que promueve el uso de la metodología EXD en cada una de sus etapas, al empatizar, definir, seleccionar, crear y lanzar, acompañada por un proceso constante de evaluación o medición, como lo nombra la metodología EXD, hizo que el proceso de diseño del programa co-curricular de ciencia y arte fuera un proceso vivo, que tomaba en cuenta a los participantes en cada paso, y que permitió la incorporación de una variedad de recursos que respondieran a distintos estilos de aprendizaje, a distintos grados educativos y con un diseño flexible que podía incorporar temas de ciencia y arte de forma muy natural.

Esta propuesta de diseño co-curricular se vió influida positivamente por la buena disposición de las autoridades escolares, de las profesoras y los profesores y de los niños y niñas de la escuela en la que se hizo la intervención para conocer y describir mejor a los actores involucrados. Así se ayudó a contrastar la información obtenida a nivel nacional y estatal respecto al acceso tecnológico, con la realidad de los niños y niñas de una escuela pública de la ribera de Chapala en el estado de Jalisco, México. Y es a través de los hallazgos en este rubro que se comprobó que el que los alumnos contaran mayoritariamente con acceso a internet, no significaba que pudieran usar una plataforma LMS con facilidad. Además que su acceso a internet es en general a través de dispositivos compartidos y que necesitan apoyo para realizar acciones de envío de documentos. Así aunque se puede decir que se tratan de alumnos que son nativos digitales y que muy probablemente son muy hábiles para encontrar videos o fotos de temas que les interesen, no se traduce en una habilidad de interacción y de producción de conocimiento, y que aunque venían de un periodo de trabajo a distancia debido a la pandemia por COVID-19, sus condiciones de interacción

tecnológica durante este tiempo fueron más a través de documentos que pudieron recoger en la escuela y explicaciones compartidas por WhasApp que no forzosamente desarrollaron mayores habilidades en cuanto al uso de la tecnología. Es decir por sí sola la posibilidad de acceso a internet no genera conocimiento y/o habilidades de pensamiento crítico.

Este conocimiento detallado del perfil tecnológico de los niños y niñas participantes, ayudó a que se hiciera una selección de los recursos tecnológicos que atendiera a las limitaciones . En el que realmente se puso al estudiante en el centro, y en donde las TIC jugaron un papel de acompañamiento, de reforzar los procesos que se generan en la interacción con otros, pues se sabía de las limitaciones que se tenía para acceder de manera continua a dispositivos, por lo que era importante reforzar el uso de las TIC en el aula, durante las explicaciones, para documentar y para abrir la posibilidad para el trabajo .

Fue un ejercicio en el que contar con una definición clara de las habilidades ligadas al pensamiento crítico ayudó a que se pudiera dar un seguimiento puntual en su desarrollo. En donde conocer los diferentes instrumentos para medir el pensamiento crítico en distintos grupos de población, que han sido validados a través del tiempo fue un excelente punto de partida para saber dónde poner el foco en esta investigación y hacer una propuesta que respondiera a un grupo de población idóneo para trabajar en identificar el objetivo, identificar argumentos, y supuestos, presentar su punto de vista, ofrecer buenas razones, ver otras posibilidades, responder apropiadamente y trabajo en equipo.

Se puso en evidencia que el trabajar en el desarrollo de pensamiento crítico en edades tempranas, en las que los niños ya tienen adquiridas ciertas habilidades de lecto-escritura y de estructura de trabajo en la escuela, ayuda a promover la curiosidad, el hacerse preguntas, buscar respuestas novedosas y acordes a su contexto. Que son habilidades necesarias a lo largo de la vida, y necesarias en los ambientes cambiantes e inciertos actuales. Que de fomentarse puede abonar a la construcción de soluciones promovidas en colaboración, que sean más

incluyentes y respetuosos con los demás ya que son habilidades aprendidas de jóvenes y que cada día son más necesarias para vivir en comunidad.

El proceso de diseño y de intervención iterativa permitió recurrir a momentos diversos de aprendizaje. Al uso de presentaciones, videos, a trabajar con experimentos y con demostraciones, a hacer juegos y con ellos promover el conocimiento de conceptos, a hacer preguntas y dar respuestas, a observar y a hacer, a escuchar y a explicar, fue un proceso en el que los alumnos y alumnas estuvieron puestos al centro, pero también sus maestros y maestras, pues se les involucraba presentándoles el proyecto, las actividades en las que podían ser un participante más o ser un tallerista. Esta misma iteración permitió que se pudiera generar un proceso de automatización de ciertos procesos, para dar paso a procesos de aprendizaje, pues en las mismas evaluaciones los maestros y las alumnas y los alumnos dieron cuenta de los estudiantes que trasladaron algunos de estos aprendizajes a otros ambientes.

El contar con un programa co-curricular en el que el desempeño no se evaluara con una nota, sino con la comprobación misma de las alumnas y los alumnos al experimentar ayudaba a ir generando el metac conocimiento pues los estudiantes a partir de la experimentación sabían si habían logrado o no el resultado esperado. Era un proceso de reflexión y experimentación protegido, seguro, que les permitía fallar y observar, intentar, preguntar para alcanzar una respuesta satisfactoria. Esto además impulsaba su autoestima y la seguridad al explicar, pues podían compartir a sus compañeros el camino seguido para su resultado.

Este programa fomentó un sentimiento de pertenencia que puede ser considerado como parte de los procesos de formación necesarios en los niños y las niñas que forman parte de los sistemas educativos formales luego de un periodo de aislamiento y trabajo a distancia por un periodo prolongado tras la pandemia por Covid-19. En el que tanto estudiantes como profesores estaban necesitados de un impulso externo que revitalizara la dinámica del salón, y que pudiera recuperarse en las temáticas del currículo formal, de forma que no sintieran que se atrasaban

en los objetivos que debían de cumplir. Se convirtió en una experiencia de entrar y salir de curriculum enriqueciéndolo, de despejarse sin perder el foco.

Así mismo el diseñar mecanismos de evaluación de la propuesta co-curricular que respondieran a esta misma lógica de evaluación continua, permitió observar y modificar las instrucciones, las actividades, los materiales y complementarlos cada que fuera necesario, de forma ágil, se podía hacer énfasis diferenciados dependiendo del grupo con el que se trabajaba con una misma actividad.

Con esta investigación se pudo dar cuenta de que la metodología EXD seleccionada, es lo suficientemente clara y flexible para ser usada en el diseño de talleres en distintas modalidades de enseñanza. Y al mismo tiempo que se puede adaptar a gran variedad de temas. En este caso destacó y promovió ver la ciencia a través de materiales de vida cotidiana, de un proceso de divulgación mediado por tecnología que fuera familiar para todos.

Así retomando la pregunta principal de esta investigación: ¿Cómo desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de los últimos años de primaria a través del diseño de un programa co-curricular de ciencia y arte para niños y niñas mediado por tecnología?

Podríamos responder que es a través de una propuesta de trabajo co-curricular, profesional, respetuoso estructurado, y planeado, que promueve la curiosidad, la expresión artística, y el uso de materiales de la vida cotidiana de manera novedosa. Si bien esta investigación logró documentar avances en cuanto al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes éste es sólo el inicio de un proceso continuo de formación del que se debería dar cuenta de manera continua, e idealmente ser replicado en distintos establecimientos escolares.

Considerando las ventajas de esta propuesta es importante tener en cuenta que, este proceso de diseño co-curricular requirió de por lo menos tres tipos de recursos: el tiempo destinado para la ideación, creación y documentación, los materiales y recursos monetarios para crear el sitio web, los recursos de apoyo y

materiales usados en las actividades con los niños y niñas, y de sobre todo recursos humanos e intelectuales para crearla e implementarla. De ahí se desprende que lograr que se reúnan las condiciones óptimas no es una tarea sencilla, pero vale la pena el esfuerzo. Una de las ventajas y aportes de este proyecto es que no se trató de agregar más actividades a los profesores, o de llenarlos de ideas que no siempre podrán aterrizar. Sino de buscar las condiciones que favorezcan la vinculación entre la escuela y las organizaciones de la sociedad civil, generando relaciones de cooperación y de respeto entre las partes que potencialicen la relación entre curricular y lo co-curricular y en las que los estudiantes estén al centro, reconociendo su entorno social.

Esta investigación ha tenido frutos en distintas formas de producción académica tradicional y extendida al haber sido compartida tanto de manera directa como indirecta en diferentes escenarios.

De manera formal y como producto directo de esta investigación entre 2021 y 2022 se participó en dos congresos internacionales, y se publicó un artículo en una revista indexada de pedagogía.

De manera extendida, en la misma ribera de Chapala profesores de otra escuela primaria de la zona se acercaron a inicios de 2023 a La Tienda de la Ciencia, comentando que compañeros de la escuela donde se había llevado a cabo la intervención de que se rinde cuenta en este trabajo, les habían platicado del programa y que habían visto imágenes del programa co-curricular de ciencia y arte mediado por tecnología y que estaban interesados en que se replicara en su plantel. Fue así como al hacer el proceso de empatizar en la escuela se detectó que más que el proyecto con el tema del agua, en esa escuela era necesario trabajar el tema del cuidado y respeto de los seres vivos, por lo que se hizo una adecuación en cuanto al tema, y se desarrollaron los materiales que se trabajaron entre mayo y junio de 2023.

Derivado de esta investigación se tuvo participación en el diseño, desarrollo e implementación de un curso en línea para profesores de educación básica del

estado de Durango en el que se utilizó la metodología EXD para el diseño y desarrollo del curso, pero en el que se buscó que a través del trabajo con Proyectos Integradores, los profesores fomentaran en sus estudiantes el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Es decir, se trabajó en ampliar las formas de desarrollar el pensamiento crítico en educación primaria y la aplicación de la metodología de diseño instruccional entre noviembre de 2022 y enero de 2023.

Desde una óptica de la prospectiva estratégica, el futuro de esta investigación es replicar el modelo en otras escuelas, con temas que se adapten a las necesidades de cada una de las escuelas. Es posible seguir trabajando con una metodología que evalúe las necesidades particulares, para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico con actividades y temas que puedan trabajarse en una lógica co-curricular y que regresen de manera natural al currículo. Este esfuerzo requerirá del apoyo de un equipo profesional, comprometido con la educación y la formación de los niños y niñas, no sólo de la ribera de Chapala o del estado de Jalisco, sino de todo el país.

Si bien esta propuesta logró retomar las necesidades de un grupo particular, es posible que en otras instituciones y/o ubicaciones encuentre las condiciones para usar la mediación tecnológica de distintas maneras, y ser un apoyo a un sistema educativo que tiene una misión fundamental, formar a personas, a ciudadanos críticos y capaces de dar soluciones a problemas que aun no conocemos; un sistema educativo que cuenta con recursos muy atractivos, pero que no siempre cuenta con los el dinero o el tiempo para poder aterrizarlos en la planeación de los cursos y que pueden aprovecharse en lógicas multidisciplinares.

## VIII. Referencias bibliográficas

- Abadzi, H. (2016). Training 21st-century workers: Facts, fiction and memory illusions. *Int. Rev. Educ.* 62, 253-278 DOI 10.1007/s11159-016-9565-6.
- Albertos Gómez, D. (2015). Diseño, aplicación y evaluación de un programa educativo basado en la competencia científica para el desarrollo del pensamiento crítico en alumnos de Educación Secundaria. [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio Institucional UAM. <http://hdl.handle.net/10486/668574>.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition. Addison Wesley Longman.
- Anello, F. (2019). Teaching activity and evaluation of Critical Thinking in primary school. *Iceri2019. Proceedings.* 1380-89.
- Alsaleh, N. (2020). Teaching Critical Thinking Skills: Literature Review. *The Turkish Online Journal of Educational Technology* 19 (1), 21-39.
- Alvarez Cisternas, M., & Valdebenito Pinochet, S. (2017). Análisis conceptual de la taxonomía de Marzano y Kendall como marco de referencia para la evaluación de las intervenciones verbales de los estudiantes en clases. En G. (Gonzalez-Garcia, Investigación para la formación de profesores (págs. 15-32). Santiago de Chile: Ediciones UCSH.
- Amadio, M. O. (2013). Porqué importa hoy el debate curricular. IBE working papers on curriculum issues, 10 . Obtenido de UNESDOC. Biblioteca UNESCO: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221328>.
- Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2020). La retroalimentación formativa: Una oportunidad para mejorar los aprendizajes y la enseñanza. *Revista Docencia Universitaria*, 21 (1), 81-96.
- Artidiello Moreno, M. (2018). Filosofía para Niños y Niñas (FPNN): una oportunidad diferente para pensar en la escuela. *Ciencia y Salud*, 43 (3), 25-37 DOI: <https://doi.org/10.22206/cys.2018.v43i3.pp25-38>.
- Assessment Day. (s.f.). *Watson- Glaser Critical Thinking Appraisal*. Obtenido de Assessment Day: <https://www.assessmentday.co.uk/watson-glaser-critical-thinking.htm>.
- Barraza Macías, A. (2010). *Propuesta de Intervención Educativa*. Durango, Dgo.: Universidad Pedagógica de Durango.
- Bermúdez Ceregatti, F. A. (2016). Curso virtual a través del modelo Praddie en la educación media superior. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 8 (15), 47-53.

- Bizquera Azina, R. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla.
- Brookfield, S. (2020). Teaching Critical Thinking. *International Journal of Adult Education and Technology*, 11, (3), 1-21 doi:10.4018/IJAET.2020070101.
- Bruner, J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. España: Morata.
- Buitrago Bonilla, R. E. (2020). El aprendizaje, la enseñanza, los pensamientos y las interacciones en la escuela. *Praxis & Saber*, 11 (25), 9-20 DOI: <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.10580>.
- Caballero, A. (4 de oct de 2020). *EXD Model: An Instructional Design Model For eLearning*. Obtenido de eLearning Industry: <https://elearningindustry.com/exd-model-instructional-design-for-elearning>.
- California Academic Press. (2020). *California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)*. Obtenido de Insight Assessment: <https://www.insightassessment.com/article/california-critical-thinking-disposition-inventory-cctdi-2>.
- California Academic Press. (2020). *California Critical Thinking Skills Test*. Obtenido de Insight Assessment: <https://www.insightassessment.com/article/california-critical-thinking-skills-test-cctst-2#>.
- Carroll, M. et. al. (2010). Destination, Imagination and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom. *The International Journal of Art & Design Education*. 29, (1), 37-53. <https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.2010.01632.x>.
- Casas Anguita, J., Repullo Labradora, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria* (32), 8, 527-538.
- Castell, N., & et.al. (2021). Implementing citizen science in primary schools: Engaging young children in monitoring air pollution. *Frontiers in Climate*, 3, 1-8 DOI: 10.3389/fclim.2021.639128.
- Castellanos, L., Yoldi, D., & Hidalgo, J. (2016). *La ciencia del lenguaje positivo*. México: Paidós.
- Costa, S. L., Obara, C. E., & Broietti, F. C. (2020). Critical thinking in Science education and Mathematics education: research trends of 2010-2019. *Research, Society and Development*, 9(9), e115996706. , DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6706>.
- Castro Inostroza, A., & et.al. (2020). ¿Educación STEM o en humanidades? Una reflexión en torno a la formación integral del ciudadano del siglo XXI. *Utopía*

y *Praxis Latinoamericana* 25 (9), 177- 188 DOI:  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4110904>.

- Cebrian Robles, D. (2019). Identificación de noticias falsas sobre ciencia y tecnología por estudiantes del grado de Primaria. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación* 55, 23-36 DOI:  
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.02> .
- Cohen, N., & Gomez-Rojas, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?: la producción de los datos y diseños*. Buenos Aires: Teseo.
- Creswell, J. C. (2018). *Research Design. Fifth Edition*. London, UK: SAGE.
- Critical Thinking. (2021). *Cornell Critical Thinking Tests*. Obtenido de Critical Thinking Co.: <https://www.criticalthinking.com/cornell-critical-thinking-tests.html>.
- Cuetos Revuelta, M., & et.al. (2020). Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23 (2), 287-306 DOI:  
<https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26247>.
- Dailey, D. (2017). Using engineering design challenges to engage elementary students with gifts and talents across multiple content areas. *Gifted Child Today* 40, (3), 137-147 DOI: 10.1177/1076217517707236.
- DeJarnette, N. (2018). Early childhood steam: reflections from a year of steam initiatives implemented in a high-needs primary school. *Education* 139 (2), 96-110.
- Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias de aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 1-13.
- Díaz Barriga, A. (2020). La escuela ausente, la necesidad de replantear su significado. En J. e. Aguilar, *Educación y Pandemia una visión académica* (págs. 19-29 <http://www.iisue.unam.mx/nosotros/covid/educacion-y-pandemia>). Ciudad de México: IISUE.
- Díaz-Barriga Arceo, F. &. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje Significativo. Segunda Edición*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Díaz-Mendoza, C., & Prada-Sánchez, K. (2019). Aprendizaje ambiental significativo a través de la implementación de un modelo de educación ambiental, estudio de caso: institución educativa de Machado Bolívar - Colombia. *Luna Azul*, 48, 156-171 DOI:  
<https://doi.org/10.17151/luaz.2019.48.9>.

- Downes, S. (2020). Recent Work in Connectivism. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 22(2), 113-132. DOI: <https://doi.org/10.2478/eurodl-2019-0014>.
- Elder, L. & Paul, R. (2003). Los fundamentos del pensamiento analítico. The Foundation of Critical Thinking. P. 1-50 en <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Pensamientoanal%C3%ADtico.pdf>.
- Ennis, R., & Weir, E. (1985). *The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test*. Pacific Grove, CA.: Midwest Publications.
- Espada Chavarría, R., & al., e. (2019). Diseño universal del aprendizaje e inclusión en la educación básica. *Alteridad. Revista de Educación*, 14 (2), 207-221 DOI: <https://doi.org/10.17163/alt.v14n2.2019.05>.
- Espinoza Freire, E., & Toscano Ruiz, D. (2015). *Metodología de la Investigación Educativa y Técnica*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Facione, P. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. *Insight Assessment*, 1-30.
- Facione, P., & Facione, N. (2007). Talking Critical: Thinking. *Change* 39 (2), 38-45.
- Fagotti Kucharski, E., & et.al. (2020). ¿Qué dicen los niños acerca de la Ciencia? Significaciones construidas sobre diferentes actividades de Comunicación Pública de la Ciencia. *Espacios en Blanco. Revista de Educación*, 2 (30), 233-246 DOI: <https://doi.org/10.37177/UNICEN/EB30-274>.
- Fonseca Perez, J., & Gamboa Graus, M. E. (2017). Aspectos teóricos sobre el diseño curricular y sus particularidades en las ciencias. *Bol. Redipe* 6 (3), 83 - 112 <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/211>.
- Franquesa-Soler, M., & al., e. (2020). Evidence-based conservation education in Mexican communities: Connecting arts and science. *PLoS ONE*, 15(2), 1-18 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228382>.
- Freire Quintana, J. L., & et.al. (2018). El diseño curricular, una herramienta para el logro educativo. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 45, 75-86 <http://doi.org/10.15198/seeci.2018.45.75-86>.
- García-Marin, S., & Cantón-Mayo, I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. *Comunicar*, 59 (27), 73-71 DOI: <https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>.
- Gómez Núñez, L., & et.al. (2017). Competencias emprendedoras en Básica Primaria: Hacia una educación para el emprendimiento. *Pensamiento y Gestión*, 43 (julio-diciembre), 150-188.

- Gomez, M. (2015). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Gómez-Gómez, M., & Botero-Bedoya, S. (2020). Apreciación del docente para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico\*. *Revista eleuthera*, 22 (2) , 15-30 DOI: <https://doi.org/10.17151/eleu.2020.22.2.2>.
- González Arreola, M., & Chávez Soto, B. I. (2021). Enriquecimiento de las habilidades cognitivas de niños con aptitud sobresaliente. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 64 , 65-91 DOI: <https://doi.org/10.35575/rvucn.n64a4>.
- González Fernández, M. O., Flores González, Y. A., & Muñoz López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (2), 102-118 DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2301](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301)
- González Murillo, L. A., & al., e. (2017). Desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior a través de actividades de desempeño. *ANFEI Digital*, 3 (6), 1-9.
- González Ornelas, V. (2008). *Estrategias de Enseñanza Aprendizaje* . Ciudad de México: Pax.
- Gonzalez, V. (2001). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. México: Pax.
- Gotoh, Y. (2017). Development of critical thinking with metacognitive regulation and Toulmin model. En D. G. Sampson, Proceedings of the International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age. . Algarve, Portugal: International Association for Development of the Information Society (IADIS).
- Greenspan, Y. F. (2016). Chapter 5. Engage the learner. A Guide to Teaching Elementary Science: Ten Easy Steps. Brill | Sense. 29-36.
- Gros, F. (1998). Opening new doors in science education. En C. I. XXI, Education for the twenty-first century: issues and prospects. Paris: UNESCO.
- Guber, R. (2001). "Observación participante" en *En La etnografía. Método, campo y reflexividad*. (págs. 55-74.). Bogotá, Colombia: Norma.
- Halpern, D. (s.f.). *The Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA)*. Diane Halpern: <https://sites.google.com/site/dianehalperncmc/home/research/halpern-critical-thinking-assessment>.

- Hernández Medrano, T. (2019). Fortalecimiento de la capacidad de resolución de problemas a través del desarrollo de habilidades motrices en los estudiantes del grado quinto (5º) de básica primaria. *Panorama*, 13 (25), 9-25 DOI: <https://doi.org/10.15765/pnrm.v13i25.1263>.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación 6a Edición*. México, D.F.: McGrawHill.
- Herrera-Lima, S., & Orozco-Martínez, C. (2016). *De la academia al espacio público. Comunicar ciencia en México*. Guadalajara: ITESO.
- Herrera-Lima, S., Orozco-Martinez, C., & Pantoja-DeAlba, A. (2021). *Comunicar ciencia en México: fundamentos, estudios y experiencias*. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO.
- Hu, H., Chiu, C., & Chiou, G. (2019). Effects of question stem on pupils' online questioning, science learning, and critical thinking. *The Journal of Educational Research* 112 (4), 564-573 DOI: <https://doi.org/10.1080/00220671.2019.1608896>.
- Hueso González, A., & Cascant i Sempere, M. (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación*. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia.
- INEGI. (2021a). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021*. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2021/#Tabulados>.
- INEGI. (2021b). *Tasa neta de matriculación por entidad federativa según nivel educativo, ciclos escolares seleccionados 2000/2001 a 2019/2020*. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=e4f13406-0c21-4512-838f-cbffe76f751f>.
- INEGI. (2021c). *Vivienda*. Sistema para la Consulta de Información Censal 2020: <https://gaia.inegi.org.mx>.
- INEGI Comunicación Social. (2021). *Comunicado de Prensa Núm. 352/21*. INEGI.
- Jaramillo Naranjo, L. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 26, 199-221 DOI: <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>.
- Jiménez-González, M. (2016). Relación entre difusión de transgénicos y clonación y la vida cotidiana de jóvenes. En S. &.-M. Herrera-Lima, *De la academia al espacio público. Comunicar ciencia en México* (págs. 177-196). Guadalajara, Jalisco: ITESO.

- Jones, V. R. (2016). Critical Thinking exercise for healthy STEM learning. *Children's Technology and Engineering*, 23-25.
- Jónsdóttir, A. (2019). Critical Thinking and Community Engagement through Artistic Actions. *The International Journal of Art Design Education*, 700-809.
- Karmiloff-Smith, B. A. (1994). Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. *European journal of disorders of communication*, 29(1), 95-105.
- Kraft, J., Schmiesing, D., & Phillips, S. (2016). Critical thinking: from buzzword to action. *Children's technology and engineering*, 16-19.
- Kucherenko, I., & et.al. (2020). Technological principles of the formation of a pupil's communicative competence. *Revista Romanaesca pentru Educatie Multidimensionala* 12 (1), 126-146 DOI <https://doi.org/10.18662/rrem/12.1sup1/227>.
- Kurfiss, J. G (1988). Critical Thinking: Theory, Research, Practice, and Possibilities. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2. 164.
- Lamb, R., & al., e. (2019). A computational model of student cognitive processes while solving a critical thinking problem in science. *Journal of Educational Research*, 112 (2), 243–254 DOI: <https://doi.org/10.1080/00220671.2018.1514357>.
- Leal Carretero, F. (2017). ¿Qué función cumple la argumentación en la metodología de la investigación en ciencias sociales? *Espiral Estudios Sobre Estado Y Sociedad*, 24(70), 9-49. DOI: <https://doi.org/10.32870/espiral.v24i70.6521>.
- Lloyd, M. (2020). Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID 19. En H. (. Casanova Cardiel, *Educación y pandemia una visión académica* (págs. 115-121). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lor, R. (2017). Design Thinking in Education: A Critical Review of Literature. *Conference Proceedings* , 36-68.
- Lugo Bustillos, J. K., & et.al. (2019). Didáctica y desarrollo del pensamiento lógico matemático. Un abordaje hermenéutico desde el escenario de la educación inicial. *Logos Ciencia & Tecnología*, 11 (3), DOI: 10.22335/rlct.v11i3.991.
- Luna Esqueda, M. E. (2015). *Divulgadores de la ciencia al otro lado del espejo. Atribuciones de auto y hetero reconocimiento de divulgadores de la ciencia independientes en el marco de la Comunicación Pública de la Ciencia (Zona Metropolitana de Guadalajara 2005 -2015). Tesis de Mae.* Guadalajara, Jalisco: ITESO.

- Luna Rizo, M., Ayala Ramírez, S., & Rosas Chavez, P. (. (2021). *El Diseño Instruccional. Elemento clave para la Innovación en el Aprendizaje Modelos y Enfoques*. EPUB: Astra Ediciones.
- Luzardo, H. (8 de oct de 2016). *Estrategias de Enseñanza y aprendizaje*. Estrategias didacticas: <https://www.youtube.com/watch?v=xzESA0-D3mY>
- Magro Gutiérrez, M., & Carrascal Domínguez, S. (2019). El design thinking como recurso y metodología para la alfabetización visual y el aprendizaje en preescolares de escuelas multigrado de México. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 146, 71-95 DOI: <https://doi.org/10.15178/va.2019.146.71-95>.
- Martín, G., & et.al. (2017). Acercamiento a las Teorías del Aprendizaje en la Educación Superior. *UNIANDÉS EPISTEME*, 4(1), 48-60 <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/346>.
- Martínez García, L., & et.al. (2021). Teaching and learning how to make informed health choices: Protocol for a context analysis in Spanish primary schools. *F1000Research*, 1-20.
- Marzano, R., & Kendall, J. (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Marzano, R., & Kendall, J. S. (2008). *Designing and Assessing Educational Objectives*. Thousand Oaks, Ca.: Corwin Press.
- Mejía Escobar, N., López Padilla, M. G., & Valenzuela González, J. (2015). Pensamiento crítico en profesores de educación secundaria: caracterización de la competencia en instituciones antioqueñas (Colombia). *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, vol. XLV,(3), 138-177.
- Mora Pedreros, P. A., Torres, D. A. R., & Pajajoy, M. J. S. (2020). Pensamiento crítico el reto de la formación filosófica en la actualidad. Un aporte desde el observatorio filosófico virtual. *Sincronía*, (77), 3-21.
- Mora-Vicarioli, F. (2019). Estado del arte de la evaluación de los aprendizajes en la modalidad del e-learning desde la perspectiva de evaluar para aprender: precisiones conceptuales. *Revista Electrónica Calidad En La Educación Superior*, 10(1), 58 - 95.DOI: <https://doi.org/10.22458/caes.v10i1.2453>.
- Moreno Olvios, T. (2016). *Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje. Reinventar la educación en el aula*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Moreno Restrepo, M. F., & Soto Triana, J. S. (2019). Planeación de estrategias de enseñanza y sus procesos cognitivos subyacentes en un grupo de docentes

- de básica primaria. *Revista Educación*, 43 (1), DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v43i1.29798>.
- Morin, E. (2020). Festival de Incertidumbres. *Tracts de crise* 54, (<https://tracts.gallimard.fr/fr/products/tracts-decrise-n-54-un-festival-d-incertitudes>).
- Morin, E. (2020b). *La mente bien ordenada: Repensar la reforma, reformar el pesamiento (2a Ed)*. Ciudad de México: Siglo XXI Editores.
- Mujica, R. (2020). Fundamentos de la Tecnología Educativa. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes* 2.0, 8(1), 15-20, <https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/view/82>
- Mulnix, J. W. (2012). Thinking critically about critical thinking. *Educational Philosophy and theory*, 44(5), 464-479.
- Niño-Rojas, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Núñez-Lira, L. A., & et.al. (2020). Estrategias didácticas en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica. *Revista eleuthera*, 22(2), 31-50. DOI: <https://doi.org/10.17151/eleu.2020.22.2.3>.
- O'Connor, G., & et.al. (2021). Early childhood science education from 0 to 6: A literature review. *Education Sciences*, 11 (178), 1-24 DOI:<https://doi.org/10.3390/educsci11040178>.
- Olarte García, J. (2020). Homogeneizar la práctica de la modelación: un reto del sistema educativo colombiano. *Revista Educación*, 44 (1), 1-14.
- Osorio Guzman, M. (2019). Breve recorrido histórico del estudio del currículum y estrategia de evaluación curricular para educación superior. *5as Jornadas de Investigación PhDay Educación. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación*, 19-20.
- Ossa-Cornejo, C., & et.al. (2017). Análisis de instrumentos de medición del pensamiento crítico. *Ciencias Psicológicas*, 11 (1), 19-28 DOI: 10.22235/cp.v11i2.1343.
- Nomen Recio, J. (2019). La escuela, ¿un receptáculo del pensamiento crítico? . *Folia Humanística*. 11, 29-43.
- OCDE. (2016). Nota País México. Programa para la evaluación Internacional de Alumnos. . OCDE: <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf> .
- OCDE. (2019). Nota país. México. Programa para la evaluación internacional de resultados 2018. OCDE: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiGtrXBgn-AhUKI0QIHfJqBj0QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.oecd.org%](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiGtrXBgn-AhUKI0QIHfJqBj0QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.oecd.org%2F)

2Fpisa%2Fpublications%2FPISA2018\_CN\_MEX\_Spanish.pdf&usg=AOvVa  
w0MG9T24I6L3mg\_idBrgGIW.

- Page, M. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLOS Med*, 18(3), DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>.
- Parra Pineda, D. (2003). *Manual de Estrategias de Aprendizaje*. Antioquia: SENA.
- Patel, P., & et.al. (2017). Carpe Diem! Seizing the Rise of Co-Curricular Experiences. *American Journal of Pharmaceutical Education* 81 (8), 6702; DOI: <https://doi.org/10.5688/ajpe6702>.
- Peña Rañileo, K., & et.al. (2021). Comprensión de textos escritos a través del trabajo colaborativo en la Educación Básica. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20 (43), 455-475 DOI: <https://doi.org/10.21703/rexe.20212043pena24>.
- Piaget, J. (1973). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires, Argentina: Psique.
- Pozo-Muñoz, M., & et.al. (2021). ¿Qué sabe el alumnado sobre las problemáticas socio-ambientales del agua y su gestión sostenible? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (3), 3501-3517 DOI: [10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3501](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3501).
- Priego Vázquez, L. B., & Castro, M. E. (2021). Equidad y escuelas multigrado ¿ruptura o continuidad de la política educativa? *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, LI (1), 177-204 DOI: <https://doi.org/10.48102/rlee.2021.51.1.267>.
- Quiceno Botero, F., & et.al. (2020). La enseñanza en ciudadanía: nuevas exigencias para la escuela. *Sophia* 16 (1), 65-75 DOI: <https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.906>.
- RAE. (2020). Diccionario de la Lengua española 23a Ed.: <https://dle.rae.es>
- RAE. (2021). Habilidad. *Diccionario de la Lengua Española*: <https://dle.rae.es/habilidad>
- Rendón Rivas, M. & Martínez Pérez, L. (2016). Enseñanza de las Ciencias a partir de una Perspectiva Freireana. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 19(2), 241-257.
- Riegel, C., & Kozen, A. (2016). Attaining 21st Century Skills in a Virtual Classroom. *Educational Planning*. 23(3), 41–55.
- Rodríguez Ortiz, M. (2018). Elementos Ontológicos del Pensamiento Crítico. *Teoría Educativa* (30), 1, 53-74.
- Romo Paredes, M. (2018). *Investigación las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. México: MacGrawHill.

- Saiz, C. (s.f.). *Prueba de Pensamiento Crítico: PENCRISAL*. Obtenido de Pensamiento Crítico: <https://www.pensamiento-critico.com/evaluacion-test>.
- Salazar Ascencio, J. (2018). Evaluación de aprendizaje significativo y estilos de aprendizaje: Alcance, propuesta y desafíos en el aula. *Tendencias Pedagógicas 31*, 31-46 DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/tp2018.31.001>.
- Sanchez-Mora, M., & et.al. (2020). Aplicación de los conocimientos científicos y la prevención de COVID-19 en México en tiempos de la posverdad. *Revista Prisma Social 31*, 82-109.
- Santamaría-Cárdaba, N., & Carrasco-Campos, A. (2020). La justicia social: clave para desarrollar ciudadanos críticos en Educación Primaria. *Praxis Educativa (Arg)*, 24 (3), 1-15 DOI: <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2020-240303>.
- Santos Guerra, M. (2017). Dime cómo evalúas y te diré qué tipo de profesional y de persona eres. *Revista Enfoques Educativos*, 5(1), 69-80 DOI: <https://doi.org/10.5354/0717-3229.2003.47513>.
- Sbarbati Nudelmann, N. (2017). Urgencia de transformar la educación en ciencias en Argentina. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 1-17.
- Schroth, ..., & Heifer, J. (2017). Sustainability/Environmental science investigations that promote gifted children's learning. *Gifted Child today*, 14-28.
- Seah, R., & Beencke, A. (2019). Developing critical thinking in the primary years. *Australian Primary Mathematics Classroom 24(3)*, 1-7.
- Singh, A. (2017). Effect of Co-Curricular Activities on Academic Achievement of Students. *IRA International Journal of Education and Multidisciplinary Studies*, 6(3), 241-254 doi:<http://dx.doi.org/10.21013/jems.v6.n3.p4>.
- Stieben, I., & Gastón, L. (2017). El enfoque de las capacidades, la capacidad de búsqueda de información y el autoaprendizaje. *Ciencia Docencia y Tecnología*, 28 (54), 252-265 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14551170010>.
- Sulecio de Alvarez, M. (2018). Ideas críticas para el diseño integral de experiencias de aprendizaje complejo en entornos virtuales. *Proceedings of the Digital World Learning Conference CIEV 2018*, 110-117.
- Tamayo Alzate, O. E., & et.al. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 11(2), 111-133.
- Tamayo Alzate, O. (2014). Pensamiento Crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *TED*, 25-45 ISSN 0121- 3814.

- Tamayo-Alzate, O. E., & et.al. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de Educación*, 76, 117-141 DOI: <https://doi.org/10.17227/rce.num76-4188>.
- Terrón Amigón, E. (2019). Esbozo de la educación ambiental en el currículum de educación básica en México. Una revisión retrospectiva de los planes y programas de estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos XLIX (1)*, 315-346.
- Ulger, K. (2018). The Effect of Problem-Based Learning on the Creative Thinking and Critical Thinking Disposition of Students in Visual Arts Education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1). , 1-21.
- UNESCO. (2017). *Evaluación del aprendizaje en la UNESCO: garantía de un aprendizaje efectivo y relevante para todas las personas*. Obtenido de Learning Portal: <https://learningportal.iiep.unesco.org/es/glossary/evaluaci%C3%B3n-del-aprendizaje>
- Uskola, A., Burgoa, B., & Maguregi, G. (2021). Integración del conocimiento científico y de la capacidad argumentativa en tomas de decisión sobre temas sociocientíficos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 18 (1), 110101-110121 DOI: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2021.v18.i1.1101.
- van de Oudeweetering, K., & Voogt, J. (2018). Teachers' conceptualization and enactment of twenty-first century competences: exploring dimensions for new curricula. *The Curriculum Journal* 29 (1), 116-133 DOI: <https://doi.org/10.1080/09585176.2017.1369136>.
- Vilchez-Durán, C. (2019). Metodología para la enseñanza de las Ciencias Naturales empleada por docentes costarricenses de las escuelas. *Revista Educación*, 43 (1), 1-17 DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i1.27673>.
- Villanueva Meneses, R. & González Melo, H. S. (2021). Tensiones constitutivas entre el diseño y la implementación del currículo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en el contexto escolar colombiano. *Revista Educación*, 476-489.
- Villegas Perez, M., & et.al. (2017). Uso de las TIC en estudiantes de quinto y sexto grado de educación primaria. *Apertura*, 9 (1), 50-63 DOI: <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v9n1.913>.
- Viteri, J. C. (2016). El pensamiento crítico en la Educación. *Revista Publicando*. 3(9), 110-118.

Vygotski, L. (1984). Aprendizaje y desarrollo intelectual en edad escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 27/28, 105-116.

Vygotski, L. (2015). *Pensamiento y Lenguaje*. México: Booket.

Williams, P., & et.al. (s.f.). *Modelos de diseño instruccional. Fundamentos del diseño tecnopedagógico en el e-learning*. Barcelona: UOC.

## Anexos

### ANEXO I. Descripción de los niveles de la prueba TERCE para Ciencias en 6° de primaria

<b>Nivel</b>	<b>Descripción:</b> <b>Los estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:</b>
<b>I</b> <b>(Hasta 688 puntos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer acciones orientadas a satisfacer necesidades vitales y de cuidado de la salud en contextos cotidianos.</li> </ul>
<b>II</b> <b>(Entre 669 y 781 puntos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar información simple, presentada en diferentes formatos (tablas, gráficos, esquemas); comparar y seleccionar información para tomar decisiones y reconocer conclusiones.</li> <li>• Clasificar seres vivos o reconocer el criterio de clasificación a partir de la observación o descripción de sus características.</li> <li>• Establecer algunas relaciones de causa y efecto en situaciones cercanas.</li> </ul>
<b>III</b> <b>(Entre 782 y 861 puntos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar información variada presentada en gráficos de distintos formatos y/o con más de una serie de datos, para hacer comparaciones y reconocer conclusiones.</li> <li>• Reconocer conclusiones a partir de la descripción de actividades de investigación.</li> <li>• Aplicar sus conocimientos científicos para explicar fenómenos del mundo natural en variadas situaciones.</li> <li>• Reconocer partes o estructuras de los sistemas vivos y relacionarlas con el rol que tienen en un sistema mayor.</li> </ul>
<b>IV</b> <b>(Desde 862 puntos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar actividades de investigación para identificar las variables involucradas, inferir la pregunta que se desea responder y seleccionar información pertinente.</li> <li>• Discriminar entre distintas preguntas, aquellas que se pueden responder científicamente.</li> <li>• Utilizar términos científicos para nombrar fenómenos que no son del entorno inmediato.</li> <li>• Utilizar conocimientos científicos para comprender procesos naturales, los factores involucrados y el impacto de su variación.</li> </ul>

Fuente: UNESCO (s.f.) Anexo: Descripción de los niveles de desempeño por grado y prueba. <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/lece/TERCE2013>

## ANEXO II Descripción de los Niveles de la Prueba PISA para Ciencias

<b>Nivel</b>	<b>Descripción del Nivel</b>
<p style="text-align: center;"><b>I</b> <b>340 a menos de 440</b></p>	<p><b>Los estudiantes pueden:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar tareas con bajo nivel de complejidad y limitada colaboración.</li> <li>• Proveer información que solicitada y tomar acciones para llevar a cabo planes cuando solicitados.</li> <li>• Confirmar acciones y propuestas hechas por otros. Suelen enfocarse tomando en cuenta su papel individual dentro de un equipo.</li> <li>• Ayudar con apoyo de los compañeros de equipo y cuando trabajan en problemas simples a encontrar la respuesta.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>II</b> <b>440 a menos de 540</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir a un esfuerzo colaborativo para resolver problemas de dificultad media</li> <li>• Ayudar a solucionar un problema comunicando a los compañeros de equipo las actividades a realizar.</li> <li>• Ofrecer información no requerida específicamente por otro miembro del equipo.</li> <li>• Comprender que no todos los miembros de equipo tienen la misma información y puedes considerar diferentes perspectivas al interactuar,</li> <li>• Ayudar al equipo a establecer un entendimiento compartido de los pasos a requeridos para resolver un problema. Pueden solicitar información extra para resolver un problema y solicitar el acuerdo de los compañeros de equipo sobre el enfoque a tomar.</li> <li>• Tomar la iniciativa o proponer un nuevo acercamiento para resolver el problema cuando se encuentran en la parte superior del nivel II.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>III</b> <b>540 a menos de 640</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar tareas que tengan complejidad para solucionar los problemas o para el trabajo colaborativo.</li> <li>• Llevar a cabo tareas múltiples para integrar piezas de información de manera en problemas complejos y dinámicos.</li> <li>• Organizar roles entre los miembros del equipo e identificar la información necesaria por miembros específicos del equipo para resolver el problema.</li> <li>• Reconocer información necesaria para resolver un problema, solicitarla al integrante del equipo apropiado y reconocer si la información proveída es incorrecta.</li> <li>• Ayudar a negociar entre los compañeros del equipo al presentarse problemas.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>IV</b> <b>Mayor a 640</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar a cabo complejas tareas de solución de problemas con alta colaboración.</li> <li>• Resolver problemas complejos con múltiples variables tomando en cuenta grandes información de contexto.</li> <li>• Ser conscientes de las dinámicas de grupo y llevar a cabo acciones para asegurar que los miembros del grupo trabajen de acuerdo con los roles establecidos, al mismo tiempo pueden monitorear el progreso de la solución e identificar los obstáculos y sobrellevarlos.</li> <li>• Tomar acciones o hacer pedidos para resolver obstáculos y resolver desacuerdos y conflictos.</li> <li>• Balancear los aspectos de colaboración y solución de problemas en una tarea e identificar eficientes caminos para resolver problemas y tomar acciones</li> </ul>

Fuente: OECD (s.f.). Description of the Released Unit from the 2015 PISA Collaborative Problem-Solving Assessment, Collaborative Problem-Solving Skills, and Proficiency Levels. <https://www.oecd.org/pisa/test/CPS-Xandar-scoring-guide.pdf>

## ANEXO III Encuesta sobre uso tecnológico: Tecnologías de Información y Conectividad

A continuación se presentan los elementos incluidos en la encuesta Tecnologías de Información y Conectividad, respondida por alumnos y profesores de 4°, 5°, 6° de primaria:

### **Datos de Identificación** (seleccionados en caso de requerirse alguna precisión)

- Nombre, Escuela, Grado Escolar

### **Conexión a internet:**

- Cuando me conecto a internet desde casa uso: datos, wifi, no tengo internet en casa
- Cuando me conecto a internet qué dispositivo utilizo.
- Propiedad de Dispositivos
- El dispositivo que utilizo es propio, compartido, prestado
- De quién es: Mamá, Papá, Hermano o Hermana, Abuela, Abuelo, Tío o Tía, Otro
- Con cuántas personas comparto el dispositivo en un rango de 0 a 4

### **Frecuencia de conexión**

- Tiempo de conexión diaria promedio a internet con un rango de 0 6 horas
- Días de la semana que me conecto

### **Acciones realizadas en el dispositivo**

- Sé usar el dispositivo con el que me conecto a internet sin ayuda para: mandar mensajes, leer archivos, páginas web, documentos, ver videos, compartir imágenes y videos, hacer, editar mis propios videos, enviar tareas
- Necesito ayuda para usar el dispositivo con el que me conecto a internet para: con las mismas opciones
- Uso de Redes sociales: Whatsapp, Facebook, Instagram, Tik tok, Ms Teams, Moodle, Google Classroom.

## ANEXO IV Instrumento de apreciación estudiantil sobre pensamiento crítico

El objetivo de este instrumento es apoyar en el proceso de identificar qué características de las relacionadas con el pensamiento crítico tienen de sí mismos los niños.

### Datos de Identificación

Nombre de la escuela, Género, Edad, Grado cursado

Selecciona la opción que mejor refleje lo que harías en cada caso

Cuando la opinión de un compañero es diferente a lo que yo pienso, yo.... \*

No lo escucho/ Lo escucho sin atención/ Lo escucho para conocer por qué piensa lo que piensa

Cuando me piden que ordene o clasifique diferentes objetos o cosas, .... \*

Me cuesta trabajo proponer formas de separarlos. / Propongo alguna forma de separarlos / Fácilmente pienso en formas de separarlos.

Cuando tengo que trabajar en equipo \*

Me estreso y me cuesta resolverlo / Utilizo los ejemplos antes vistos / Imagino nuevas formas de hacerlo

Cuando me piden que explique cómo llegué a un resultado.... \*

No puedo hacerlo, no encuentro la forma de explicar / Me cuesta trabajo encontrar las palabras para explicar/ Puedo hacerlo fácilmente

Cuando me piden leer un texto \*

Me cuesta trabajo explicarlo / Uso frases de las que venían en el texto para explicarlas / Puedo explicarlo con mis propias palabras

Cuando me piden hacer algo de una forma en que no estoy acostumbrado(a)..... \*

Si puedo, intento no hacerlo / Lo hago, aunque no me guste / Me emociono e intento

Cuando me piden dar mi opinión de un tema.... \*

No digo lo que pienso y me sumo a la mayoría aunque pueda no estar de acuerdo./ Me cuesta trabajo decir lo que pienso/ La digo fácilmente /

Cuando me encuentro con situaciones complicadas, yo..... \*

Si es muy difícil, prefiero no hacerlo / Respiro e intento solucionarlo lo antes posible / Respiro y reviso con calma mis opciones

¡Muchas gracias por tu respuesta!

## ANEXO V Instrumento de apreciación para profesores sobre desarrollo de pensamiento crítico

A continuación se presentan los elementos incluidos en la encuesta sobre el desarrollo de habilidades relacionadas al pensamiento crítico identificadas por los profesores de los grados, 4°, 5°, 6° de primaria:

### Datos de Identificación

- Grado.

Características del grupo en relación su desempeño en clase en cuanto a habilidades relacionadas con el pensamiento crítico. Las preguntas fueron respondidas utilizando una escala:

Siempre / La mayoría de las veces/ Algunas veces/ Pocas veces/ Nunca/ No aplica

- Considero que después de leer un texto mis alumno(a)s pueden explicarlo con sus propias palabras
- Considero que mis alumnos pueden reconocer la diferencia entre un hecho y un supuesto \*
- Considero que mis alumno(a)s pueden resolver por su cuenta problemas usando los modelos vistos en clase \*
- Considero que cuando mis alumno(a)s se encuentran con un problema, buscan nuevas alternativas de solución \*
- Considero que mis alumno(a)s pueden establecer categorías para clasificar objetos \*
- Considero que mis alumno(a)s pueden reconocer los diferentes elementos de un problema \*
- Considero que mis alumno(a)s son capaces de trabajar en equipo \*
- Considero que mis alumno(a)s disfrutan trabajar en equipo \*
- Considero que mis alumno(a)s son capaces de presentar su punto de vista frente un tema dado \*
- Considero que mis alumno(a)s cuando trabajan en equipo son capaces de presentar diferentes puntos de vista \*
- Considero que mis alumno(a)s pueden explicar el procedimiento que siguieron para resolver un problema que se les presentó \*
- Considero que mis alumno(a)s utilizan la información disponible tanto dentro como fuera del aula al momento de explicar su punto de vista o dar su opinión \*
- Considero que mis alumno(a)s son capaces de evaluar información que se les presenta \*
- Considero que mis alumno(a)s son capaces de evaluar afirmaciones presentadas por otros \*
- Considero que mis alumno(a)s son capaces de buscar y reunir información adecuada y confiable sobre el tema que se trabaje \*
- Considero que mis alumno(a)s pueden utilizar la información obtenida para hacer predicciones o decir qué va a pasar \*
- Considero que mis alumno(a)s se adaptan con facilidad al cambio de situaciones \*

- Considero que mis alumno(a)s toman partido frente a un tema pero pueden cambiar cuando la evidencia presentada es suficiente \*
- Considero que mis alumno(a)s son abiertos a nuevas formas de trabajo \*
- Considero que mis alumno(a)s son perseverantes, buscan opciones o soluciones cuando se encuentran con complicaciones \*
- Considero que mis alumno(a)s son conscientes de los problemas de medio ambiente \*
- Considero que mis alumno(a)s se preocupan por discutir y promover soluciones a problemas relacionados con el agua \*
- Considero que mis alumno(a)s se preocupan por discutir y promover soluciones a problemas de medio ambiente de su comunidad \*
- Si quiere compartir algún elemento más puede hacerlo en este espacio

ANEXO VI. Planeación Didáctica

Sesión / Nombre	Actividad 1. ¡Aquí está el agua El Agua! ¡Se ve, se siente flota, se mueve Total 45 min			Colocar en Sitio web	
<b>Objetivo</b>	Reconocer las características físicas y la composición química del Agua				Observaciones posteriores
<b>Presentación</b>	La tallerista presenta el programa y al equipo de trabajo	2 min	Recursos: Computadora Cañón Presentación con Imágenes	Habilidad de P.C. Deseada  <i>Identificar el objetivo</i>	
<b>Dinámica de trabajo</b>	La tallerista presenta la forma de trabajo del Programa “La tienda de la Ciencia” y en específico en las sesiones	2 min	Recursos: Computadora Cañón Presentación con Imágenes	Habilidad de P.C. Deseada  <i>Identificar el objetivo</i>	En la siguiente pedir a un alumno/a que lea el objetivo
<b>Experimento 1 Agua líquida ft Agua Sólida 1.1  Agua líquida 1.1.1</b>	Promover la observación como estrategia de obtención de información científica. Colocar el agua dentro del vaso hasta llegar a la mitad. Observar atentamente y describir qué se ve. Hacer preguntas de ser necesario ¿qué se ve? ¿cómo huele? ¿cómo se siente? ¿qué forma tiene? Explicar qué es el agua químicamente pura. H <sub>2</sub> O ¿por qué crees que sea tan raro encontrar agua químicamente pura?	7 min	Recursos: Agua Vaso transparente Hoja para anotar Colores Cubo de Hielo  Material previo para el tallerista Las características del AGUA  Código de color para el título de las actividades	Habilidad de P.C. Deseada  <i>Identificar el objetivo</i> <i>Identificar argumentos</i>  <i>Ofrece buenas razones</i>  <i>Responde apropiadamente</i>  <i>Trabajo en equipo</i>	** Generar un video de demostración para subir a redes y para mostrar en clase
<b>Agua sólida 1.1.2</b>	Colocar en el vaso con agua un trozo de hielo. Observar qué sucede. Pedir que lo dibujen en su hoja ¿Son diferentes el agua líquida y el hielo? ¿por qué? Platica con tus compañeros lo que viste	10 min	Recursos: Agua Vaso transparente Hoja para anotar Colores Cubo de Hielo Código de color para el título de las actividades	Habilidad de P.C. Deseada  <i>Identificar el objetivo</i> <i>Identificar argumentos</i>  <i>Ofrece buenas razones</i>  <i>Responde apropiadamente</i>  <i>Trabajo en equipo</i>	

<p><b>El Agua se mueve y no tiene pies 1.2</b></p>	<p>Colocar sobre la mesa un plato, cuidar que esté derecho, añadir una cucharada de arena seca y extender bien o formar una figura. Mojar un dedo de la mano y con cuidado dejar caer gotas de agua sobre la arena Observar que sucede. ¿Qué pasó con el agua en la arena? ¿Has visto que pase esto en tu casa o en algún otro lugar?</p> <p>Si el tiempo lo permite repetir la acción de mojar un dedo de la mano y dejar caer las gotas de agua sobre la arena ¿qué camino tomó el agua esta vez? ¿habías escuchado decir que el agua tiene memoria? ¿por qué crees que se diga esto?</p>	<p>7min</p>	<p>Plato Cuchara Arena de río Trapo para secar Código de color para el título de las actividades</p>	<p>Habilidad de P.C. Deseada</p> <p><i>Identificar el objetivo</i> <i>Identificar argumentos</i></p> <p><i>Ofrece buenas razones</i></p> <p><i>Responde apropiadamente</i></p> <p><i>Trabajo en equipo</i></p>	<p>Con los alumnos de 4to y 5to se puede usar mejor el tiempo, y promover que ellos participen al leer las indicaciones y repartir materiales</p>
<p><b>Cierre de la actividad: “Ahora pregúntame sobre el agua y yo te contesto”</b></p>	<p>Recapitular lo visto y agregar un concepto “Capilaridad” El agua se mueve por espacio muy pequeños, tan pequeños como el tamaño de sus moléculas, eso se llama <b>capilaridad</b> y es muy importante. Por eso el agua puede entrar y salir por nuestra células y tejidos. Los árboles y plantas pueden <b>hidratarse</b> (llenarse de agua) y también los animales grandes y microscópicos.</p>	<p>8-10 min</p>	<p>Recursos: Computadora, presentación Usar colores código de color para resaltar los conceptos.</p> <p>Preparar imagen y hoja de papel para indicar en el cuerpo dónde tenemos agua.</p> <p>Preparar para redes (Facebook e Instagram) documento <b>Nuestro Cuerpo y el agua.</b></p>	<p>Habilidad de P.C. Deseada</p> <p><i>Identifica el objetivo</i> <i>Identificar argumentos</i></p> <p><i>Ofrece buenas razones</i></p> <p><i>Ve otras posibilidades</i></p> <p><i>Responde apropiadamente</i></p> <p><i>Trabajo en equipo</i></p>	

## ANEXO VIII Tabla de sistematización de las observaciones

### Cuarto Grado

Sesión, Nombre de la actividad, Fecha	Observaciones
<b>Sesión 1 El Agua</b> <b>27/enero 2022</b>	<p>Siguen instrucciones en las demostraciones y experimentos, les cuesta trabajo manipular la presión de la jeringa, solo unos pocos menos de 8 se animan a responder a las preguntas lanzadas al grupo, conviene hacer preguntas directas. Identifican donde hay agua en forma líquida la mayoría, hablan de cuerpos de agua cercanos (el lago) Pocos identificaban que hay agua en su cuerpo más allá del sudor. Las respuestas son apropiadas. Trabajan siguiendo instrucciones orales y reforzadas por escrito. Identifican los caminos del agua que tiene memoria y la importancia de respetar y conocer esos causes, hablan de "las Culebras" y los arroyos</p>
<b>Sesión 2 Agua fría y agua caliente / Tensión superficial del agua (gotas) 3/ febrero 2022</b>	<p>Demostración: Volcán de agua, con un video primero, y luego con la demostración en el salón ven como el agua caliente desplaza al agua fría. Se habla de geiseres, y de volcanes en el mar. En la actividad realizada por ellos, siguen instrucciones orales y por escrito. Al reto de hacer una gota cuadrada hay esfuerzos por manipular el agua sin mucho éxito, 1 de ellos propone hacer muchas gotas pequeñas en forma de cuadrado y crear una gota grande cuadrada. Muchos usan las gotas para hacer figuras de diferentes tipos, caritas sonrientes, corazones, juegan con disposición tamaños y formas. En las observaciones al hablar de la tensión superficial del agua, los niños describen las gotas de agua casi como de gelatina, unos pocos identifican que al estar mojada la superficie ya no pueden manipular tan fácil las nuevas gotas que van creando porque el agua "tienen memoria". En la última actividad Nuestro cuerpo y el agua, identifican que hay agua en diferentes zonas del cuerpo que no conocían, por tiempo ya no escriben sus conclusiones en la hoja</p>
<b>Sesión 3 El agua tiene fuerzas invisibles y hay quienes las pueden desbaratar 10/ febrero 2022</b>	<p><b>Actividad 1</b> Tensión superficial: que hace que el popote y la grapa floten. La mayoría hace que el popote flote. Ven y describen como se ve la tensión superficial en el popote, comienzan unos pocos (3-4) a nombrarla. al colocar la grapa, son solo unos pocos los que logran hacer que flote, a la mayoría se hunde, quienes lograron hacer que flotara explican lo que hicieron pero sin lograr explicar los principios de física que se aplican, la tallerista interviene para explicar.</p> <p><b>Actividad 2.</b> al colocar aceite en un vaso y jabón en otro necesitan ayuda para hacer el proceso sin derrames, hay un momento de sorpresa cuando aun sabiendo la explicación de cómo hacer que la grapa flote no lo logran. Hay 2 o 3 alumnos que se adelantan en los pasos.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Soplar burbujas, creadas de la mezcla de agua, aceite o glicerina y jabón, utilizando un popote. Presenta un problema para 2 o 3 niños que no saben soplar, y sorben... Otros soplan demasiado rápido y se salpican la cara de jabón, solo 2 o 3 logran mantener el equilibrio de soplado para poder hacer Burbujas grandes. En sus reflexiones sobre la tensión superficial, identifican con claridad como en cuerpos de agua cercanos el exceso de jabón y otros componentes cambia la tensión superficial del agua, y como esto puede afectar a los organismos que viven en ella.</p>
<b>Sesión 4 Solubilidad 17/ febrero 2022</b>	<p><b>Actividad 1.</b> Solubilidad, trabajo en equipo, mezclar azúcar y sal con agua y ver solubilidad y saturación de la mezcla. En general pudieron seguir las instrucciones sin problema, aunque hubo quienes se adelantaron o quienes tiraron la mezcla con azúcar, lo que por momentos rompió la concentración. Pero pronto se recuperó.</p> <p><b>Actividad 2.</b> Mensaje oculto: Filtro de café, agua, plumones y platos. En esta actividad la mayoría de los niños eligió un mensaje positivo para ellos, para sus compañeros de banca, para la tallerista, también corazones, emojis felices, fue una actividad muy lúdica, bien recibida, solamente requirió un poco más de tiempo para verter el agua en los platos sin hacer tiradero y poder ver las diferencias entre el uso de una solución con sal y una con azúcar.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Dado que fue una pregunta abierta las preguntas fueron igualmente abiertas. Fueron desde agradecimientos por las sesiones, a ganas de compartir con sus familiares y amigos lo que aprendieron y lo que se podía encontrar en las redes de la Tienda de la Ciencia, A explicaciones relacionadas directamente con el tema del agua, "Que se pueden hacer muchas cosas con el agua", "quiero cuidar el agua y evitar el calentamiento global", y declaraciones de qué querían ser de grandes.</p>

## Quinto Grado

Sesión, Nombre de la actividad, Fecha	Observaciones
<b>Sesión 1 El Agua</b> <b>27/enero 2022</b>	<p>Siguen instrucciones en las demostraciones y experimentos, les cuesta trabajo manipular la presión de la jeringa, solo unos pocos menos de 10 se animan a responder a las preguntas lanzadas al grupo, conviene hacer preguntas directas. Identifican donde hay agua en forma líquida la mayoría, hablan de cuerpos de agua cercanos (el lago) Pocos identificaban que hay agua en su cuerpo más allá del sudor. Las respuestas son apropiadas. Trabajan siguiendo instrucciones orales y reforzadas por escrito. Identifican los caminos del agua que tiene memoria y la importancia de respetar y conocer esos causes, hablan de arroyos cercanos y de la laguna de Chapala</p>
<b>Sesión 2 Agua fría y agua caliente / Tensión superficial del agua (gotas) 3/ febrero 2022</b>	<p>Demostración: Volcán de agua, con un video primero, y luego con la demostración en el salón ven como el agua caliente desplaza al agua fría. Se habla de geiseres, y de volcanes en el mar. En la actividad realizada por ellos, siguen instrucciones orales y por escrito, Al reto de hacer una gota cuadrada hay esfuerzos por manipular el agua sin mucho éxito, algunos s proponen hacer muchas gotas pequeñas en forma de cuadrado y crear una gota grande cuadrada. Otros juegan haciendo un marco con el agua y lo rellenan. Muchos usan las gotas para hacer figuras de diferentes tipos, caritas sonrientes, corazones, juegan con disposición tamaños y formas.". En la última actividad Nuestro cuerpo y el agua, identifican que hay agua en diferentes zonas del cuerpo que no conocían, escriben sus nombres, ya no se alcanza a concluir por escrito</p>
<b>Sesión 3 El agua tiene fuerzas invisibles y hay quienes las pueden desbaratar 10/ febrero 2022</b>	<p><b>Actividad 1</b> Tensión superficial: que hace que el popote y la grapa floten. La mayoría hace que el popote flote. Ven y describen como se ve la tensión superficial en el popote, comienzan unos pocos (3-4) a nombrarla. al colocar la grapa, son solo unos pocos los que logran hacer que flote, a la mayoría se hunde, quienes lograron hacer que flotara explican lo que hicieron pero sin lograr explicar los principios de física que se aplican, la tallerista interviene para explicar.</p> <p><b>Actividad 2.</b> al colocar aceite en un vaso y jabón en otro necesitan ayuda para hacer el proceso sin derrames, hay un momento de sorpresa cuando aun sabiendo la explicación de cómo hacer que la grapa flote no lo logran. Hay 2 o 3 alumnos que se adelantan en los pasos.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Soplar burbujas, creadas de la mezcla de agua, aceite o glicerina y jabón, utilizando un popote. Presenta un problema para 2 o 3 niños que no saben soplar, y sorben... Otros soplan demasiado rápido y se salpican la cara de jabón, solo 2 o 3 logran mantener el equilibrio de soplado para poder hacer Burbujas grandes. En sus reflexiones sobre la tensión superficial, identifican con claridad como en cuerpos de agua cercanos el exceso de jabón y otros componentes cambia la tensión superficial del agua, y como esto puede afectar a los organismos que viven en ella.</p>
<b>Sesión 4 Solubilidad 17/ febrero 2022</b>	<p><b>Actividad 1.</b> Solubilidad, trabajo en equipo, mezclar azúcar y sal con agua y ver solubilidad y saturación de la mezcla. En general pudieron seguir las instrucciones sin problema, aunque hubo quienes se adelantaron o quienes tiraron la mezcla con azúcar, lo que por momentos rompió la concentración. Pero pronto se recuperó.</p> <p><b>Actividad 2.</b> Mensaje oculto: Filtro de café, agua, plumones y platos. En esta actividad la mayoría de los niños eligió un mensaje positivo para ellos, para sus compañeros de banca, para la tallerista, también corazones, emojis felices, fue una actividad muy lúdica, bien recibida, solamente requirió un poco más de tiempo para verter el agua en los platos sin hacer tiradero y poder ver las diferencias entre el uso de una solución con sal y una con azúcar.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Dado que fue una pregunta abierta las preguntas fueron igualmente abiertas. Fueron desde agradecimientos por las sesiones, a ganas de compartir con sus familiares y amigos lo que aprendieron y lo que se podía encontrar en las redes de la Tienda de la Ciencia, A explicaciones relacionadas directamente con el tema del agua, "Que se pueden hacer muchas cosas con el agua", "quiero cuidar el agua y evitar el calentamiento global", y declaraciones de qué querían ser de grandes.</p>

## Sexto Grado

Sesión, Nombre de la actividad, Fecha	Observaciones
<b>Sesión 1 El Agua</b> <b>27/enero 2022</b>	<p>Siguen instrucciones en las demostraciones y experimentos, les cuesta trabajo manipular la presión de la jeringa, solo unos pocos menos de 8 se animan a responder a las preguntas lanzadas al grupo, conviene hacer preguntas directas. Identifican donde hay agua en forma líquida la mayoría, hablan de cuerpos de agua cercanos (el lago) Pocos identificaban que hay agua en su cuerpo más allá del sudor. Las respuestas son apropiadas. Trabajan siguiendo instrucciones orales y reforzadas por escrito. Identifican los caminos del agua que tiene memoria y la importancia de respetar y conocer esos causes, hablan del arroyo cerca de la escuela</p>
<b>Sesión 2 Agua fría y agua caliente / Tensión superficial del agua (gotas) 3/ febrero 2022</b>	<p>Demostración: Volcán de agua, con un video primero, y luego con la demostración en el salón ven como el agua caliente desplaza al agua fría. Se habla de geiseres, y de volcanes en el mar. En la actividad realizada por ellos, siguen instrucciones orales y por escrito, Al reto de hacer una gota cuadrada hay esfuerzos por manipular el agua sin mucho éxito, 1 de ellos propone hacer muchas gotas pequeñas en forma de cuadrado y crear una gota grande cuadrada. Muchos usan las gotas para hacer figuras de diferentes tipos, caritas sonrientes, corazones, juegan con disposición tamaños y formas. En las observaciones al hablar de la tensión superficial del agua pocos identifican que al estar mojada la superficie ya no pueden manipular tan fácil las nuevas gotas que van creando porque el agua "tienen memoria". Buscan llegar a la gota cuadrada En la última actividad Nuestro cuerpo y el agua, identifican que hay agua en diferentes zonas del cuerpo que no conocían, por tiempo ya no escriben sus conclusiones en la hoja</p>
<b>Sesión 3 El agua tiene fuerzas invisibles y hay quienes las pueden desbaratar 10/ febrero 2022</b>	<p><b>Actividad 1</b> Tensión superficial: que hace que el popote y la grapa floten. La mayoría hace que el popote flote. Ven y describen como se ve la tensión superficial en el popote, comienzan unos poco) a nombrarla. al colocar la grapa, son solo unos pocos los que logran hacer que flote, a la mayoría se hunde, la tallerista interviene para explicar.</p> <p><b>Actividad 2.</b> al colocar aceite en un vaso y jabón en otro necesitan ayuda para hacer el proceso sin derrames, hay un momento de sorpresa cuando aun sabiendo la explicación de cómo hacer que la grapa flote no lo logran. Hay 2 o 3 alumnos que se adelantan en los pasos. Hay una interrupción para que los niños de la escolta salgan a practicar con el maestro de deportes</p> <p><b>Actividad 3.</b> Soplar burbujas, creadas de la mezcla de agua, aceite o glicerina y jabón, utilizando un popote. Presenta un problema para 2 o 3 niños que no saben soplar, y sorben... Otros soplan demasiado rápido y se salpican la cara de jabón, solo 2 o 3 logran mantener el equilibrio de soplado para poder hacer. De los que se llenaron de jabón salen al baño a lavarse. 1 Niña logra hacer burbujas grandes y explica como lo logró, varios comienzan a seguir el ejemplo. En sus reflexiones sobre la tensión superficial, identifican con claridad como en cuerpos de agua cercanos el exceso de jabón y otros componentes cambia la tensión superficial del agua, y como esto puede afectar a los organismos que viven en ella.</p>
<b>Sesión 4 Solubilidad 17/ febrero 2022</b>	<p><b>Actividad 1.</b> Solubilidad, trabajo en equipo, mezclar azúcar y sal con agua y ver solubilidad y saturación de la mezcla. Siguieron instrucciones en tiempo en su mayoría, hubo quienes se adelantaron o quienes tiraron la mezcla con azúcar, lo que por momentos rompió la concentración. Pero pronto se recuperó.</p> <p><b>Actividad 2.</b> Mensaje oculto: Filtro de café, agua, plumones y platos. En esta actividad la mayoría de los niños eligió un mensaje positivo para ellos, para sus compañeros de banca, para la tallerista, también corazones, emojis felices, fue una actividad muy lúdica, bien recibida, Solamente un par de estudiantes se adelantaron al proceso y uno tiró el agua con azúcar.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Dado que fue una pregunta abierta las preguntas fueron igualmente abiertas. Fueron desde agradecimientos por las sesiones, a ganas de compartir con sus familiares y amigos lo que aprendieron y lo que se podía encontrar en las redes de la Tienda de la Ciencia, A explicaciones relacionadas directamente con el tema del agua, "Que se pueden hacer muchas cosas con el agua", "quiero cuidar el agua y evitar el calentamiento global", y "quiero saber cómo se les ocurrieron estos experimentos".</p>