



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

"Francisco García Salinas"

UNIDAD ACADÉMICA DE DOCENCIA SUPERIOR

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL
DOCENTE**

TESIS

**PENSAMIENTO CRÍTICO Y SU RELACIÓN CON EL
MÉTODO CIENTÍFICO EN LA MATERIA DE QUÍMICA EN
NIVEL SECUNDARIA, OJOCALIENTE, ZACATECAS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO
PROFESIONAL DOCENTE**

PRESENTA:

Lic. Carlos Alberto Jasso Jasso

Director:

Dr. Marcos Manuel Ibarra Núñez.

Zacatecas, Zac. A 28 de noviembre del 2025

RESUMEN

Este estudio exploró la relación entre el pensamiento crítico y los procesos del método científico tras una intervención docente en la materia de química, con la utilización de los laboratorios cibertrónicos como recurso didáctico. La metodología adoptó un enfoque mixto de tipo cuasiexperimental, que combinó el análisis documental con la aplicación de instrumentos cuantitativos (CCTT) y cualitativos (ICEPC) para evaluar el pensamiento crítico. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en las habilidades de pensamiento crítico de las y los estudiantes. La propuesta demuestra viabilidad para ampliar modelos educativos que integren la tecnología, el pensamiento científico y metodologías activas.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico; Método científico; Laboratorio cibertrónico; metodología didáctica, Química

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I EL PENSAMIENTO CRÍTICO Y MÉTODO CIENTÍFICO	20
1.1. El pensamiento crítico	20
1.1.1. La visión conceptual del pensamiento crítico	20
1.1.2. Caracterización del pensamiento crítico	24
1.1.3. El pensamiento crítico en la educación actual.....	30
1.2. Método científico	37
1.2.1. Definición y pasos del método científico	37
1.2.2. Nuevas metodologías didácticas y el método científico.....	43
CAPÍTULO II. DEL SABER SABIO AL SABER ENSEÑADO DE LA QUÍMICA, EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA	48
2.1. Enseñanza-aprendizaje de la química.....	49
2.1.1. La enseñanza de la química en la educación secundaria contemporánea.....	50
2.1.2. Del saber sabio al saber enseñado de la química	58
2.2. Laboratorios cibertrónicos.....	62
2.2.1. Laboratorio cibertrónico	62
2.2.2. Experiencias de implementación	65

2.3. Diagnóstico de las habilidades relacionadas con el pensamiento crítico	68
2.3.1. Instrumentos para la medición del pensamiento crítico	69
CAPÍTULO III. DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN	75
3.1. METODOLOGÍA.....	76
3.1.1. Diseño de la investigación	76
3.1.2. Habilidades del pensamiento crítico en estudiantes de secundaria	78
3.1.2.1. Descripción del entorno social y educativo	79
3.1.2.2. Entorno social	80
3.1.2.3. Entorno escolar	82
3.2. Instrumentos para la recolección de información.....	83
3.2.1. Instrumento Cualitativo para Evaluación del Pensamiento Crítico (ICEPC)	83
3.2.2. Cornell of Critical Thinking Test (CCTT)	85
3.3. Diagnóstico.....	86
3.3.1. ICEPC pre test	86
3.3.2. CCTT pre test	96
3.4. Intervención	101
3.4.1. Diseño.....	101
3.4.2. Aplicación	104

3.5.1. ICEPC post intervención	113
3.5.2. CCTT post intervención	120
CONCLUSIONES	125
REFERENCIAS.....	136
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de contenidos y estructuración de la química en reformas contemporáneas	55
Tabla 2. Reformas contemporáneas y la enseñanza de la química.....	57
Tabla 3. Aplicación de laboratorios cibertrónicos, Ruíz-Velasco.....	67
Tabla 4. Análisis de instrumentos para evaluar el pensamiento científico.	72
Tabla 5 . Análisis descriptivo de la tarea #1 del ICEPC.	90
Tabla 6 . Análisis descriptivo de la tarea # 2 del ICEPC.	91
Tabla 7 . Análisis descriptivo de la tarea 3 del ICEPC.	95
Tabla 8 . Efectividad grupo control y grupo de estudio prueba CCTT pre test.	100
Tabla 9. Efectividad grupo control y grupo de estudio prueba CCTT pre test. .	114
Tabla 10. Análisis descriptivo de la tarea # 1 del ICEPC grupo de estudio, pre y post intervención.....	117
Tabla 11. Análisis descriptivo de la tarea # 2 del ICEPC grupo de estudio, pre y post intervención.....	118
Tabla 12. Análisis descriptivo de la tarea # 3 del ICEPC grupo de estudio, pre y post intervención.....	119
Tabla 13 . Efectividad comparada entre pre y post test prueba CCTT.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de disposiciones y habilidades para el pensamiento crítico, según Ennis.....	26
Figura 2. Habilidades del pensamiento crítico de Halpern.	29
Figura 3 . Proceso del método científico	42
Figura 4. Resultados por ámbito del ICEPC pre test.....	87
Figura 5. Nube de palabras principales, respuestas a la actividad diagnóstica 3 del ICEPC.	93
Figura 6. Resultados generales del ICEPC pre test.	96
Figura 7. Resultados por secciones del CCTT pre test. Grupo control y de estudio.....	99
Figura 8. Estructura temática basada en el método científico, con la implementación de un laboratorio cibertrónico.	103
Figura 9. Comparativa de resultados generales del ICEPC pre y post test.....	113
Figura 10. Resultados comparativos de la tarea #1 del ICEPC pre test y post test.....	114
Figura 11. Resultados comparativos de la tarea #2 del ICEPC pre test y post test.....	115
Figura 12. Resultados comparativos de la tarea #3 del ICEPC pre test y post test.....	116

Figura 13. Efectividad comparada por ámbito del CCTT pre y post test. Grupo control y de estudio.....	122
Figura 14. Efectividad total corregido del CCTT pre y post test. Grupo control y de estudio.....	123
Figura 15. Correlación teórica/práctica entre el pensamiento crítico y el método científico	127

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Laboratorio cibertronico y grupos de trabajo en la plataforma WhatsApp.....	105
Imagen 2. Participación activa en reglas de uso y diagnostico/capacitación.	105
Imagen 3. Sesión 2, apropiación conceptual y práctica del método científico.....	106
Imagen 4. Sesión 3, participación activa, seguimiento y retroalimentación.....	108
Imagen 5. Sesión 4, preguntas de investigación, hipótesis e inferencias.....	110
Imagen 6. Sesión 5, investigación documental.	110
Imagen 7. Sesión 6, producto final y retroalimentación entre pares.....	111
Imagen 8. Sesión 7, Reflexión sobre lo aprendido y opiniones del laboratorio cibertronico.....	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Cuestionario para la aplicación de la regla 2022	147
Anexo B. Cornell of Critical Thinking Test (CCTT)	148
Anexo C: Diagnóstico cualitativo para el pensamiento crítico	149
Anexo D: Diagnóstico cualitativo para el pensamiento crítico pre test	157
Anexo E: Rubrica de evaluación del ICEPC.....	163
Anexo F: Planeación actividades de aprendizaje con el uso del laboratorio cibertrónico.....	165

ACRONIMOS

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
AMAI	Asociación Mexicana de Agencias de Investigación
CCTST	Prueba California de Pensamiento Crítico
CCTT	Cornell Test of Critical Thinking
CSC	Cuestiones Socio Científicas
DUA	Diseño Universal para el Aprendizaje
EDAPC	Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico
ELD	Especialización en Liderazgo Docente
ICEPC	Instrumento Cualitativo para Evaluar el Pensamiento Crítico
MOPC	Mapa Operativo del Pensamiento Crítico
NEM	Nueva Escuela Mexicana
OVA	Objeto Virtual de Aprendizaje
PISA	Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes
RIEB	Reforma Integral en Educación Básica
SEP	Secretaría de Educación Pública
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TPC	Tareas del pensamiento Crítico

INTRODUCCIÓN

Para todos aquellos que han tenido el privilegio de hacer crecer y formar a las nuevas generaciones, no será extraño encontrar diferencias entre ellas, cada generación es única e irrepetible y mantiene una esencia propia que las distingue entre sí, sin embargo, se puede coincidir en que las generaciones actuales se encuentran a la vanguardia tecnológica y las formas de relacionarse, aprender y entender al mundo han evolucionado. La tecnología ha cambiado radicalmente la forma en que son resueltos los problemas cotidianos, la información y conocimiento del mundo ha sido depositados en un contenedor que se encuentra de manera masiva y alcanzable. De tal forma que, para las y los jóvenes de ahora las inquietudes simples o complicadas se encuentran al alcance de sus pulgares (Serres, 2015).

Las y los actuales educadores son parte de una época de formación casi extinta, Serres (2015) establece que las interacciones con el medio presentan diferencias significativas con las actuales, esto se traduce en mecanismos y formas de aprendizaje diferentes. Las circunstancias de su formación los obligaban a buscar soluciones utilizando los medios disponibles, siendo predominantes el aprendizaje censo-motor y la guía de personajes que se apropiaron en igualdad de condiciones del conocimiento. Mientras que en la actualidad la diferencia más palpable es la utilización de herramientas digitales.

La frase coloquial: “en mis tiempos todo era mejor”, es la forma no descriptiva de argumentar cómo las diferencias generacionales entre los contextos sociales,

culturales, familiares, académicos y tecnológicos son detonantes de cambios tan significativos en las y los estudiantes como lo es la modificación de habilidades propias para la resolución de problemas. Y si bien, se han apropiado de nuevas herramientas para el mismo fin, el conocimiento y adquisición de estrategias metodológicas y conceptuales que faciliten el cumplimiento de metas y objetivos en los entornos donde están inmersos los jóvenes, es más importante que nunca.

Las y los estudiantes del siglo XXI requieren desarrollar una serie de habilidades que incrementen sus posibilidades de éxito en una cada vez más exigente sociedad (Scott, 2015). Una destreza que resulta clave es el pensamiento crítico, se refiere a la capacidad de evaluar y analizar las situaciones que se les presenten y tomar decisiones encauzadas a lograr fines específicos (Naessens, 2015). Permite formar en los y las estudiantes una percepción centrada y veraz del espacio donde se desenvuelven (Secretaría de Educación Pública (SEP), 2022). El contexto social actual, requiere de personas que sean capaces de analizar la sobrecarga informativa que existe y tomar las mejores decisiones sobre la misma (Redecker *et al.*, 2011).

Las y los jóvenes deben ser hábiles para distinguir por medio de prácticas específicas, como lo es la búsqueda y selección, entre la gran cantidad de información que los bombardea para elegir aquella que resulta funcional para sus fines. Estas consideraciones invitan a las y los docentes a proponer nuevas estrategias metodológicas que satisfagan la actual necesidad de los estudiantes, la teoría del conectivismo cobra más fuerza que nunca en los tiempos actuales (Velasco *et al.*, 2017). Queda claro que, como educadoras y educadores, es

primordial realizar un cambio hacia la era digital y buscar estrategias innovadoras acordes a los procesos de aprendizaje de los escolares actuales.

Desde una propia visión conceptual, se plantea una posible relación entre el pensamiento crítico y las habilidades necesarias para la aplicación y comprensión de los procesos del método científico e inherentemente, con el propio pensamiento o razonamiento científico. Realizando una comparativa entre la metodología científica y los procesos en la toma de decisiones, se puede pensar en la observación de un problema como un análisis a conciencia de la situación. La generación de hipótesis se entendería como la exploración de todas las posibles respuestas. La experimentación sería entonces la propia aplicación de la solución a la problemática y el análisis de los resultados se relacionaría con la evaluación de las consecuencias de las estrategias aplicadas.

Una de las habilidades más significativas del método científico es la indagación, esta conlleva a los estudiantes a establecer relaciones entre la observación del problema y la solución (Camacho, 2008). Implica la búsqueda y selección de información como un proceso fundamental, y para los estudiantes actuales conlleva un reto significativo distinguir aquella que resulta útil entre el exceso de esta. Además, del propio desconocimiento para utilizar adecuadamente una herramienta como el internet. Por esto, es primordial dotar a las y los alumnos de experiencias y técnicas para concretar búsquedas efectivas.

El propiciar la resolución de situaciones problemas apropiándose de los procesos implícitos en el método científico, a través de didácticas innovadoras, resulta prometedor para el desarrollo de las habilidades de evaluación y autorregulación en los estudiantes (Villalobos, 2016). Con esta consigna en este

trabajo se planteó la implementación y análisis de una estrategia didáctica que contempla las fases y prácticas dentro de la metodología científica como punto de partida. Y el uso de laboratorios cibertrónicos para propiciar en el estudiantado de nivel secundaria, un cambio en el enfoque sobre la solución de problemas y toma de decisiones.

De igual manera, este proyecto promovió el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para formar espacios de aprendizaje colectivo. Partiendo del análisis y uso de los laboratorios cibertrónicos como una zona de aprendizaje dinámica, lúdica, innovadora e intuitiva para diseñar un entorno educativo integral (Garduño, 2017).

El punto de arranque fue la observación empírica que relaciona el pensamiento crítico y las habilidades implícitas en el método científico. Una vez delimitadas las características del estudio, se realizó una revisión bibliográfica para instaurar las bases y determinar la pertinencia de los ejes centrales del mismo. El análisis documental fue establecido con base en tres conceptos clave y su correlación: el pensamiento crítico, método científico y laboratorio cibertrónico. Las fuentes de información consistieron principalmente en artículos de revistas científicas, tesis y en menor medida libros especializados.

Los datos obtenidos fueron el resultado de la indagación en herramientas como Google Académico, repositorios universitarios y bases de datos especializadas como lo es Redalyc. La búsqueda de información fue pensada al inicio en una temporalidad no mayor a cinco años, comprendidos entre el periodo del 2018 al 2023, sin embargo, debido a que algunos conceptos fueron introducidos en estudios encontrados fuera del rango temporal establecido y la significación de

estos para fundamentar la presente obra, se decidió incluirlos en el análisis. Las investigaciones localizadas se realizaron en los países de Colombia, España, Chile, Perú y desde luego México, lugar donde se realiza el presente estudio.

La información obtenida fue categorizada de acuerdo con el año de publicación y países de procedencia. A continuación, son presentados los datos encontrados en esta búsqueda documental organizados por temáticas en orden progresivo que permiten observar la relevancia para este tema, asimismo se consideran las metodologías utilizadas y población de estudio.

En el contexto educativo actual, es cada vez más común hablar del pensamiento crítico, sin embargo, no existe una definición única del término y múltiples autores la abordan desde su propia visión disciplinaria, aunado a esto, la concepción del pensamiento crítico como una habilidad importante ha tenido sus orígenes en la cultura angloparlante. El análisis realizado por **Huitt (1998)**, durante la ponencia The Critical Thinking Conference, que tuvo lugar en The Gordon College en Georgia, tuvo el objetivo de realizar una revisión documental sobre las diferentes concepciones del pensamiento crítico y proponer una visión de posibles investigaciones y recomendaciones futuras. Concluye con algunas consideraciones para analizar sobre el pensamiento crítico:

1. El pensamiento crítico es una habilidad importante para el éxito en el siglo XXI.
2. Es necesario definir los mejores métodos para instruir y desarrollar los diferentes aspectos del pensamiento crítico.

Una de las variantes determinantes para el futuro de este estudio es la relación entre el pensamiento crítico y las habilidades científicas para su desarrollo.

El trabajo realizado por **Torres & Sorbes (2016)** realizado en Colombia con estudiantes universitarios aborda esta cuestión, su objetivo fue presenciar y analizar el impacto de una intervención utilizando Cuestiones Socio Científicas (CSC) para desarrollar el pensamiento crítico en estos estudiantes. El estudio se definió como cuasiexperimental. El instrumento fue sugerido por los propios autores y evaluado su pertinencia con un grupo piloto.

Los resultados revelaron que las CSC fomentan el juicio ético y moral sobre cuestiones científicas en los educandos. Si bien, el estudio de Torres & Sorbes (2016) no aplicó la metodología científica para desarrollar el pensamiento crítico, realiza una aproximación a la importancia de la ciencia y su desarrollo, que permitió al presente trabajo establecer una posible relación causal entre ambos.

Una parte esencial de todo proceso de enseñanza y aprendizaje es la evaluación de los conocimientos y habilidades adquiridas, de igual importancia es contar los instrumentos adecuados para realizar dicha evaluación. **Ossa (2018)** propone una investigación llevada a cabo en Chile que tiene como objetivo evaluar el nivel de desempeño de habilidades del pensamiento crítico y determinar la fiabilidad del instrumento Tareas del Pensamiento Crítico (TPC). El diseño del estudio es de corte cuantitativo y transversal. Los resultados muestran que, respecto al desempeño de los estudiantes, según las dimensiones de la prueba, tuvieron un bajo desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, destacando con menor calificación las herramientas de indagación y análisis.

El trabajo realizado por este autor permitió tener mayores opciones de instrumentos de evaluación del pensamiento crítico, además muestra la relación entre el pensamiento crítico y las habilidades científicas.

Algunas corrientes metodológicas actuales han sido propuestas como promotoras del pensamiento crítico, tal es el caso de la investigación realizada por **Gutiérrez (2021)** con jóvenes de nivel secundaria en Perú. El autor se planteó como objetivo, definir la relación de las metodologías activas y el desarrollo del pensamiento crítico. Se trata de un estudio de tipo aplicado de nivel explicativo, utilizando para evaluar el dominio en esta área una ficha de observación.

La conclusión de este trabajo estableció que las metodologías activas como herramienta didáctica aplicada en el estudiantado de secundaria, propician el desarrollo del pensamiento crítico. Las aportaciones para el presente proyecto a raíz del análisis del trabajo realizado por Gutiérrez (2021), están relacionados con la aplicación del instrumento cualitativo que evalúa la destreza en el pensamiento crítico, así como expandir el número de estrategias metodológicas que pueden generar un efecto proliferativo en el mismo.

Una segunda variante primordial para este trabajo consistió en la aplicación de didácticas innovadoras como camino para propiciar en las y los estudiantes apropiaciones científicas que fomenten el pensamiento crítico. El trabajo que realizó **Agámez (2023)** con estudiantes de licenciatura en Colombia, abordó el uso de herramientas digitales denominado Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para fortalecer el aprendizaje de temáticas relacionadas con química.

La investigación presentó un enfoque cualitativo descriptivo, basado en el modelo de investigación acción participativa, la población a investigar participó en una evaluación de conocimientos (previamente validado) pretest y posttest en el ítem

de reacciones químicas tras la implementación de un OVA como estrategia didáctica para desarrollar el aprendizaje.

Los resultados arrojaron que, el OVA como instrumento didáctico fortalece el pensamiento científico, incrementando en las y los estudiantes la autonomía, el autoconocimiento y el trabajo en equipo. El trabajo revisado entrega un panorama positivo al presente estudio para implementar estrategias y herramientas educativas basadas en nuevas tecnologías informáticas y digitales.

Otro aporte en esta temática, se encuentra en la investigación realizada en México por **Guzmán (2006)**, en la cual se evalúan los efectos de un programa de capacitación en el desarrollo del pensamiento crítico aplicado a docentes de nivel superior. Se trata de un estudio cuasiexperimental que incluyó una evaluación pre y post test con el instrumento *“Prueba California de Pensamiento Crítico (CCTST, por sus siglas en inglés)”* (Guzmán, 2006, p. 10), sumando a un cuestionario y observación documental de las estrategias didácticas del profesorado.

Los resultados de la investigación refieren que, la capacitación desarrolló positivamente las habilidades de aquellos alumnas y alumnos cuyos profesores y profesoras egresaron de dicha preparación. El trabajo de Guzmán (2006) permitirá al presente estudio establecer los requerimientos conceptuales, metodológicos y habilidades necesarias que requieren las y los profesores y posterior aplicación de la intervención educativa con las mejores perspectivas.

El desarrollo del pensamiento crítico en la educación es una consecuencia de los procesos enseñanza-aprendizaje que ocurren en el aula, es vital comprender cuáles de ellos son más eficientes para desarrollar habilidades que formen a un pensador crítico. Una visión metodológica para propiciar esta habilidad es evaluada

en el trabajo de **Olivares (2012)** concebido en México, tiene como objetivo determinar mediante un estudio comparativo el nivel de desempeño en habilidades del pensamiento crítico en estudiantes universitarios pertenecientes al área de la salud, formados con la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). El estudio se define como cuantitativo, ex post facto, con un grupo control y otro experimental. Los resultados establecen que, el estudiantado formado con una metodología ABP desarrolla mayores capacidades en las habilidades del pensamiento crítico en comparación con aquellos no guiados con esta metodología.

Por otra parte, analizar las aportaciones de estudios aplicados en los niveles de educación básica es primordial, puesto que, es el nivel donde el presente trabajo pretende evaluar. **Molina (2016)**, desarrolló un estudio en México, que tuvo como propósito caracterizar a los estudiantes de nivel secundaria considerados como hábiles y con dominio en la competencia transversal del pensamiento crítico. La metodología aplicada fue de corte mixto, incluyendo un análisis cualitativo mediante una entrevista, en el apartado cuantitativo se aplicó un instrumento de tipo autorreporte con escala Likert.

Los resultados de esta evaluación concluyeron que, las y los alumnos de nivel secundaria clasificados como competentes en esta área del pensamiento, presentan habilidades para la resolución de problemas y son capaces de emitir juicios. Además, presentan actitudes positivas como la solidaridad, son compartidos y tienden a ayudar a quien lo requiere. Esta caracterización es importante para el presente trabajo al considerarse en el diseño de una evaluación cualitativa.

Otro estudio que aborda la metodología ABP en el nivel de aplicación de interés, fue realizado por **Villalobos (2016)** con estudiantes de nivel secundaria en

México, su objetivo fue determinar si existe una correlación entre el ABP y el desarrollo del pensamiento crítico en este nivel. El estudio de carácter mixto con un diseño cuasiexperimental evaluó un grupo de estudio de 45 estudiantes y otro control de 46 sujetos a quienes se aplicó una secuencia didáctica basada en el ABP. Los autores concluyen que la metodología ABP puede potenciar habilidades como la evaluación y autorregulación, que son parte fundamental del pensamiento crítico.

Contribuyendo a la metodología del ABP, una investigación realizada en México por **Núñez (2018)**, tuvo como finalidad determinar el beneficio del ABP en el desarrollo de las competencias genéricas del pensamiento crítico, fundamentado en las habilidades propias del ABP y los rasgos de un buen pensador crítico propuestos por Campos (2007). La investigación tiene un enfoque mixto, el instrumento de evaluación en la parte cuantitativa se trató del Cuestionario de competencias Genéricas Individuales. Para la determinación cualitativa se optó por una rúbrica de observación.

El autor concluye que, la metodología ABP no demuestra haber incidido en el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes universitarios, pero afecta positivamente en otras competencias relacionadas con la toma de decisiones. Las conclusiones de los trabajos realizados por Olivares (2012) y Núñez (2016) ofrecieron a este estudio una propuesta metodológica ampliamente utilizada en la formación de los estudiantes, pero que no comprueba contundentemente su capacidad para el desarrollo de pensadores críticos, al menos en un nivel de licenciatura, por ello, resulta importante visualizar una estrategia nueva o complementaria para este fin.

Algunas herramientas educativas que se ofrecen en la actualidad pueden ser catalogadas como útiles en la conformación de redes de aprendizaje, tal es el caso de las aplicaciones de Google, específicamente classroom. El estudio realizado por **Mata (2021)** en la ciudad de Zacatecas, tuvo como objetivo establecer un espacio de tutorías denominado aula virtual con el apoyo de la plataforma de suite de Google, con la finalidad de mejorar las habilidades digitales de los estudiantes y disminuir los índices de reprobación.

Esta investigación con un enfoque cuantitativo concluyó estableciendo una relación positiva en el desarrollo de habilidades digitales, la satisfacción de los estudiantes y del rendimiento académico tras la incorporación y uso de una sala virtual mediante la aplicación de classroom, además resalta el interés y motivación de los sujetos de estudio.

Analizar los trabajos encontrados en esta revisión, permitió en un primer momento, establecer una relación entre los ejes de estudio de este proyecto. Los hallazgos evidencian la diversidad de enfoques y herramientas que han sido aplicadas para fomentar el pensamiento crítico. Destacando entre las mismas el uso de herramientas digitales y tecnológicas. Lo que da sustento para proponer los laboratorios cibertrónicos (Ruíz-Velasco *et al.*, 2017) como nuevo soporte para promover el pensamiento crítico en los estudiantes. También, las metodologías como ABP que han sido ampliamente estudiadas, guardan estrecha relación con las habilidades del pensamiento y método científico.

Un punto importante para resaltar es que, aunque se han realizado múltiples investigaciones que evalúan el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, la mayoría se enfoca en el nivel de estudios superior y en menor cantidad son

evaluados los niveles de educación básica. Esta situación cobra especial importancia en el contexto de los últimos cambios educativos impulsados por la reforma 2022. La cuál reconoce esta faceta del pensamiento como una habilidad clave para enfrentar los desafíos del presente y futuro.

La actual propuesta de planes y programas que pone en puerta la nueva escuela mexicana ha introducido al espacio conceptual de las y los docentes de todos los niveles educativos, terminologías adaptadas a las necesidades globales de la sociedad. Uno de estos conceptos es el pensamiento crítico, entendido como la habilidad que permite analizar las situaciones y encaminar sus acciones al logro de fines específicos (Naessens, 2015). Además, faculta a las y los estudiantes de capacidades para entender y analizar su mundo inmediato (SEP, 2022).

De igual manera, es importante considerar que el contexto actual de las y los estudiantes, exige al profesorado apropiarse de nuevas herramientas metodológicas que despierten el interés y sean afines a las necesidades educativas de los educandos. Es importante que, las nuevas estrategias se aborden desde un enfoque tecnológico, práctico, contextualizado y retador. Una propuesta que se fundamenta con el uso de nuevas herramientas tecnológicas, son los laboratorios cibertrónicos, que a su vez utiliza al propio método científico en su aplicación. Por ello, debe analizarse de manera reflexiva, ¿cómo puede la implementación de una secuencia didáctica basada en las habilidades del pensamiento científico, utilizando laboratorios cibertrónicos, fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en las y los estudiantes de química de nivel secundaria?

Igual de importante resulta esclarecer, ¿cuál es la relación entre el pensamiento crítico y el método científico? En una cada vez más compleja sociedad,

donde son crecientes los desafíos para encauzar por buen camino las decisiones y traducirlas en acciones favorables. Resulta evidente la necesidad de establecer el camino metodológico y facultar de herramientas prácticas eficaces a las y los estudiantes en desarrollo.

Áreas del conocimiento como la química, buscan en el curso de aprendizaje la mejora en la capacidad para evaluar, discernir y tomar las decisiones, es decir propiciar el razonamiento crítico. Por ello, es importante cuestionarse sobre las mejores estrategias, y ¿cuáles son los fundamentos teóricos clave en el proceso de enseñanza aprendizaje de la química que deben considerarse para el diseño de una secuencia didáctica pertinente?, que sea apropiada para el desarrollo de la habilidad crítica.

Con base en las anteriores observaciones, se visualiza la convergencia entre los ejes centrales de este estudio, así como el nivel educativo y las variables contextuales. Para determinar de manera práctica, ¿cuál es la relación del pensamiento crítico y los procesos del método científico en alumnos del tercer año de secundaria?, como una opción poco analizada que puede arrojar resultados prometedores para la visión y perspectivas de la educación actual.

La hipótesis del presente trabajo se estructura en la aseveración de que el pensamiento crítico en alumnas y alumnos de nivel secundaria en la asignatura de química puede promoverse, mediante el uso de secuencias didácticas basadas en el método científico, y la utilización de laboratorios cibertrónicos como estrategia metodológica. De esta forma, se desglosa el objetivo central de la investigación que tuvo la intención de explorar la relación que existe entre el pensamiento crítico y los procesos del método científico, tras una intervención docente en la materia de

química, con la utilización de los laboratorios cibertrónicos como estrategia didáctica.

Contribuyendo a la comprobación de este, se desprendió el análisis de tres aspectos que se transformaron en objetivos específicos de estudio para el trabajo actual. 1.- Comprender la relación teórica entre el pensamiento crítico y los procesos del método científico; 2.- Describir los procesos implicados en la enseñanza-aprendizaje de la química, así como las bases para la implementación de una secuencia didáctica basada en las habilidades del pensamiento científico y la utilización de los laboratorios cibertrónicos como herramienta didáctica; 3.- Evaluar los alcances de una intervención didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico basada en el método científico en las y los adolescentes de secundaria.

En referencia a los conceptos clave que dirigieron la investigación, fueron los siguientes: 1.- pensamiento crítico, 2.- método científico y 3.- laboratorios cibertrónicos. El *pensamiento crítico* se refiere a la capacidad del individuo de integrar un juicio intencionado cuyo resultado es la interpretación, análisis, evaluación e inferencia mediante un mecanismo autorregulador. Además, debe tomar en cuenta las consideraciones probatorias, conceptuales, metodológicas y criteriológicas en las que se fundamenta su razón (Facione, 1990).

Forma parte de habilidades de pensamiento superior, como la resolución de problemas, la creatividad y la toma de decisiones. Se compone de seis habilidades esenciales:

- a) **Interpretación:** Comprender y expresar el significado de diversas experiencias, datos y creencias.
- b) **Análisis:** Identificar relaciones inferenciales en diferentes contextos.

- c) **Evaluación:** Valorar la credibilidad de declaraciones y argumentos.
- d) **Inferencia:** Formular conclusiones razonables a partir de la identificación de elementos clave.
- e) **Explicación:** Justificar el razonamiento propio mediante argumentos sólidos.
- f) **Autorregulación:** Monitorear y ajustar conscientemente el propio pensamiento y sus resultados (traducción libre Facione, 1990).

El segundo concepto clave para el estudio fue el *método científico*, entendido como:

“Un proceso ordenado que permite generar el conocimiento científico de la realidad y verificarlo, empieza con la identificación de un problema, continúa con la revisión de la literatura existente sobre el problema identificado, en base a estos conocimientos se plantea hipótesis, luego recolecta información necesaria que permita su verificación o no, para finalmente llegar a conclusiones que se constituyen en conocimientos científicos provisionales” (Ñaupas et al., 2019, p. 171).

El método se compone de pasos secuenciales que deben ser seguidos para cumplir la rigurosidad que se busca.

- **Problema.** Consiste en la identificación y delimitación del problema de estudio y su posterior síntesis.
- **Revisión de la literatura.** Este apartado corresponde al análisis documental de los trabajos realizados sobre el problema de estudio, permite observar el avance cronológico y formas de estudiar el tema.
- **Hipótesis.** Se trata de la posible respuesta al problema transmitiendo la solución o explicación.
- **Recolección de la información.** Es entendida como la aplicación de técnicas, actividades e instrumentos que permitan recabar información que dé respuesta a la hipótesis planteada.

- **Verificación de la hipótesis.** En esta etapa se hace el análisis de la información obtenida, aplicando procedimientos racionales, deductivos e inferenciales que permiten darle validez o descartar la hipótesis.
- **Conclusiones.** Los investigadores deben formular enunciados afirmativos basados en el análisis del estudio, se trata del conocimiento presentado posterior a la investigación (Ñaupas *et al.*, 2019).

El último de los elementos a conceptualizar como guía para la investigación fue los *laboratorios cibertrónicos*. Y aunque se trata de un concepto de reciente acuñación la propia característica de este es relevante para el estudio y amplifica el horizonte de aplicaciones didácticas desde lo digital. La concepción de los laboratorios cibertrónicos realizada por Ruiz-Velasco (2017) los define como:

“Un entorno rico de aprendizaje que permite la construcción de conocimientos en y desde la distancia (en vez de su repetición o reproducción); favorece una constante interacción del usuario con el mundo real (acceso a bibliotecas, museo, archivo, recursos educativos, etc.); propicia la valoración y reflexión sobre los propios modelos mentales del usuario; admite la solución de problemas reales y contextualizados (aquí el conocimiento es una herramienta más que permite solucionar un problema o alcanzar un objetivo más amplio o general); privilegia la socialización del conocimiento en vez de la competencia y el individualismo; garantiza en todo momento la autoconfianza y autoestima por parte del usuario; promueve el aprendizaje significativo mediante la construcción de una visión personal de la realidad por parte del aprendiz” (Ruiz-Velasco, 2017, pp. 114).

Responden a los modelos de uso, los contenidos digitales, la gestión cognitiva y administrativa, políticas educativas, tecnológicas y la evaluación integral requeridos en el panorama educativo actual.

El presente estudio fue dividido en etapas, la primera de ellas implicó un análisis documental que fundamentaron la correspondencia entre los ejes de la investigación. La segunda etapa, se creó a partir del trabajo experimental y tras el

diseño de una investigación definida como de orden mixta, entendida como aquella investigación que, *“pretende conjugar los procedimientos de la investigación cuantitativa con los de la investigación cualitativa”* (Ñaupas, 2018, p. 400). Esta permite obtener evidencias más completas que integran ambas ramas metodológicas, las cuales, por sí mismas, no pueden hacerlo (Sadan, 2014). El enfoque es cuasiexperimental, que tiene la característica de aplicarse *“a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatoriamente, pero pueden manipularse la variable experimental”* (Hernández et al., 2006, p, 203, como se citó en Ñaupas, 2018), con la aplicación de un pretest y un post test a un grupo control y experimental.

Para esta aplicación metodológica se tuvo en cuenta 50 participantes, pertenecientes al tercer grado en la materia de química, de la secundaria Ignacio Zaragoza, ubicada en el municipio de Ojocaliente. Divididos en un grupo control, denominado 3°F, conformado por 25 estudiantes y 3°C como grupo experimental, formado por 25 sujetos de estudio. El instrumento utilizado para evaluar el dominio de habilidades del pensamiento crítico se trata del Cornell of Critical Thinking Test (CCTT), propuesto por Ennis (2005) en su nivel X, esta versión fue diseñada para niñas, niños y jóvenes entre 9 y 18 años.

Se aplicó de manera simultánea en ambos grupos al inicio del estudio, en un segundo momento se pondrá en marcha una intervención didáctica para el grupo experimental, basada en la metodología científica utilizando como herramienta un laboratorio cibertrónico. Posterior a la intervención, se realizará nuevamente la

prueba para determinar los efectos de esta. Para el enfoque cualitativo se optó por un instrumento diseñado para completar los vacíos en la información.

Es un instrumento compuesto por tres tareas que evalúan dimensiones clave en la toma de decisiones, mediadas por el pensamiento crítico. La propuesta del instrumento se basó en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), adaptando cada tarea a distintos canales de adquisición y representación del conocimiento.

La construcción del trabajo se realizó en tres apartados o capítulos. El primero fue titulado: “El pensamiento crítico, metodología científica y laboratorios cibertrónicos”. Esta sección revisa los fundamentos teóricos y conceptuales del pensamiento crítico, el método científico y los laboratorios cibertrónicos. Primero, se desglosa el pensamiento crítico, su estructura y relevancia en el ámbito educativo. Luego, se explora el método científico y su integración en estrategias didácticas actuales. Finalmente, se examina la evolución de los laboratorios cibertrónicos y su potencial para transformar los entornos de aprendizaje. En conjunto, estos temas establecen un marco conceptual sólido para la comprensión de los ejes y su relación.

En el segundo capítulo nombrado, “Del saber sabio al saber enseñado de la química. El pensamiento crítico en el contexto de la educación secundaria”. Tiene como propósito establecer la base teórica para el diseño e implementación de una secuencia didáctica, basada en el método científico que sea capaz de promover el pensamiento crítico. La primera sección analiza el contexto educativo actual y las estrategias pedagógicas empleadas, así como los retos de la práctica. En un segundo momento se observan las características del laboratorio cibertrónico como metodología para el desarrollo de aptitudes en el pensamiento crítico, al igual que

las experiencias de aplicación de estos. Para concluir el capítulo, se analizan las habilidades innatas para este pensamiento y los instrumentos documentados para evaluar a este.

El capítulo final recibe el nombre de “Diseño, implementación y análisis de la investigación”. Inicialmente se enfoca en diagnosticar las habilidades de pensamiento crítico del alumnado, considerando su entorno social y educativo. Se detallan la población de estudio, los instrumentos de evaluación y los resultados, que guían el diseño de la secuencia didáctica adaptada a las necesidades detectadas. Se presenta el proceso metodológico, la implementación de la secuencia didáctica basada en el pensamiento crítico y el uso de laboratorios cibertrónicos. Además, se detallan las fases del proceso, los métodos de recolección de datos y los criterios de análisis. Finalmente, se interpretan los resultados obtenidos en el apartado de conclusiones, evaluando el impacto de la intervención en el desarrollo del pensamiento crítico en las y los estudiantes de secundaria. También se exponen las reflexiones finales, retos y aportaciones al conocimiento colectivo que se obtuvieron en esta investigación. Sin olvidar el apartado de anexos donde se encuentran los materiales necesarios para la comprensión y profundización de las técnicas, instrumentos de medición y otros documentos que proporcionan sustento al trabajo realizado.

CAPÍTULO I

EL PENSAMIENTO CRÍTICO Y MÉTODO CIENTÍFICO

El primer capítulo tiene como meta revisar los enfoques teóricos y conceptuales del pensamiento crítico, el método científico y los laboratorios cibertrónicos. También, se realiza una exploración sobre la implementación y resultados de su aplicación en la época contemporánea. Estos conceptos abordan como punto de partida el análisis del pensamiento crítico para comprender su estructuración y atribuciones en la educación actual.

En un segundo momento se desglosa el método científico desde su definición y evalúa como esta forma parte activa del diseño de estrategias educativas e implementaciones didácticas destacadas en la educación actual.

1.1. El pensamiento crítico

1.1.1. La visión conceptual del pensamiento crítico

El contexto actual exige a las y los estudiantes desarrollar mayores destrezas en la toma de decisiones, en los últimos años ha cobrado interés dilucidar los procesos cognitivos inmersos en el pensamiento crítico, y son numerosos los investigadores que conciben desde su visión teorías sobre esta fase del pensamiento. Desde que se acuñó el término, varios autores han dedicado esfuerzos a definirlo, Dressel y Mayhew, 1954; Siegel, 1989; Stratton, 1999, entre otros. En términos simples, se

ha considerado el pensar críticamente “*como un proceso autónomo y racional para tomar decisiones sobre qué creer o hacer*” (De-Juanas, 2013, p.298).

El trabajo realizado por R. Ennis (1962) fue, probablemente, la investigación más aceptada y consolidada en los orígenes de la conceptualización del mencionado tipo de pensamiento. Ennis estableció que, “*el pensamiento crítico es un pensamiento razonable y reflexivo centrado en decidir qué creer o hacer*” (Ennis, 2011, p.1), para el autor, este pensamiento se estructura en primer lugar, como un acto razonable, que se encamina hacia lo que es cierto y justo. El segundo componente es la reflexión, el individuo crítico es capaz de observar con objetividad sus ideas y las de otros, pensar críticamente es una actividad encaminada completamente a las acciones, con el objetivo de resolver problemas y situaciones retadoras.

Durante las décadas posteriores a Ennis, comenzó en el contexto educativo un interés por las implicaciones del pensamiento crítico y cómo éste podría, al igual que otras formas del pensamiento, fortalecer y propiciarse. A raíz de, se formularon otras concepciones teóricas del mismo, en orden de aparición cronológica resaltan contribuciones que guardan similitudes entre sí. Chance (1986) define al pensamiento crítico como una capacidad de los individuos que permite observar hechos y estructurar ideas. También, propicia la formación de una postura sobre el tema que se analiza, e involucra capacidades propias de la investigación como lo es la facilidad para inferir, investigar, comparar y por ende resolver problemáticas o encaminar sus acciones a un fin establecido. (Chance, 1986, como se citó en Huitt, 1998).

Unos años más tarde, Facione (1990) propone una definición que muestra similitudes con la anterior, el pensamiento crítico fue entendido como la capacidad del pensador crítico de integrar un juicio intencionado cuyo resultado es la interpretación, análisis, evaluación e inferencia mediante un mecanismo autorregulador, además de tomar en cuenta las consideraciones probatorias, conceptuales, metodológicas y criteriológicas que fundamenta su razón (Facione, 1990).

La conceptualización de este término toma un giro significativo al cambiar la visión de este como una habilidad y escalándolo a un nuevo nivel, visualizándose como *“un proceso consciente y deliberado”* (Mertes, 1991, p.24). El pensamiento crítico se deja de percibir como una capacidad que se puede o no tener o desarrollar. Implica un proceso complejo que inmiscuye múltiples destrezas y las mismas pueden solventarse entre sí y ser propiciadas. Abonado a esta significación de esta faceta cognitiva, Lipman (1987) propone al pensamiento crítico como un razonamiento estructurado que toma en cuenta diversos criterios, es autocorrectivo, sensible con el contexto y facilita la toma de decisiones correctas. Esta habilidad exige que el propio pensamiento y conceptos sean evaluados mediante un juicio intencionado, también permite una autocrítica que corrija y direcciona al mismo, el análisis es mediado por estrategias y procesos como el método científico, que permite identificar, evaluar y corregir los procesos cognoscitivos.

El pensamiento crítico puede ser explicado de diversas maneras según el contexto o propósito personal donde es aplicado, en un sentido amplio se define desde la teoría del aprendizaje de Bloom (1956) que permite visualizar jerárquicamente los procesos cognitivos o niveles adquiridos: recordar, comprender,

aplicar, analizar, sintetizar y evaluar. Aborda principalmente los últimos tres niveles de esta escala, entendiéndose el análisis como el proceso crítico centrado en las partes y su funcionalidad en el conjunto, la síntesis define la unión de los fragmentos para formar un todo nuevo original. Por último, la evaluación permite valorar y emitir juicios basados en la información (Duron, 2006).

En el contexto educativo, autores como Paul & Elder (2005), explican la relación directa entre este concepto, el aprendizaje y la educación, estos definen al mismo como:

“...el proceso de analizar y evaluar el pensamiento con el propósito de mejorarlo. El pensamiento crítico presupone el conocimiento de las estructuras más básicas del pensamiento (los elementos del pensamiento) y los estándares intelectuales más básicos del pensamiento (estándares intelectuales universales). La clave para desencadenar el lado creativo del pensamiento crítico (la verdadera mejora del pensamiento) está en reestructurar el pensamiento como resultado de analizarlo y evaluarlo de manera efectiva” (Paul y Elder, 2005, p. 7).

Desde la concepción del pensamiento crítico, se han relacionado el análisis y la evaluación como requerimientos para un juicio crítico, la primera permite visualizar las posibles derivaciones y consecuencias previamente a realizar las acciones. La segunda faculta para formular un examen de los resultados y crear en lo consecuente un juicio que reafirme o reestructure el accionar.

Con una visión amplia Halpern, (2013) define al pensamiento crítico como la aplicación de estrategias mediadas por la cognición humana en la búsqueda de cumplir un objetivo esperado. Estas acciones, son guiadas por procesos intencionados y consientes que utilizan habilidades contextualizadas, según el tipo de tarea necesaria como, la indagación, formulación de inferencias, el cálculo de probabilidades y la metacognición. Este proceso es completamente intencional y

requiere de un esfuerzo para realizarlo, además no puede perderse la capacidad moral y honesta sobre el propio razonamiento.

Con base en las definiciones y autores antes referenciados, se podría relacionar al pensamiento crítico con habilidades específicas en el análisis científico. Es posible integrar una relación causal entre ambos, se puede entender al pensamiento crítico como un proceso reflexivo y analítico que implica la evaluación rigurosa de información, la aplicación de la lógica para interpretar evidencia, la formulación de preguntas fundamentales y la toma de decisiones informadas.

Este proceso cognitivo se conecta estrechamente con la metodología científica al requerir un enfoque sistemático para evaluar y entender el mundo, con la incorporación de principios como la observación objetiva, análisis lógico y revisión crítica de la literatura para formular y probar la hipótesis. En esencia, el pensamiento crítico y la metodología científica comparten la búsqueda constante de la verdad. además, parten de la reflexión disciplinada y el razonamiento fundamentado.

1.1.2. Caracterización del pensamiento crítico

En el amplio panorama de la educación y el desarrollo humano, el pensamiento crítico surge como un ideal que guía a los individuos hacia la comprensión profunda de fenómenos y toma de decisiones de cualquier índole. Más allá de una destreza intelectual, se fundamenta en procesos multidimensionales que abarcan desde la interpretación de las evidencias, hasta la capacidad de autorregular el propio pensamiento. Las y los teóricos del pensamiento crítico han intentado establecer los

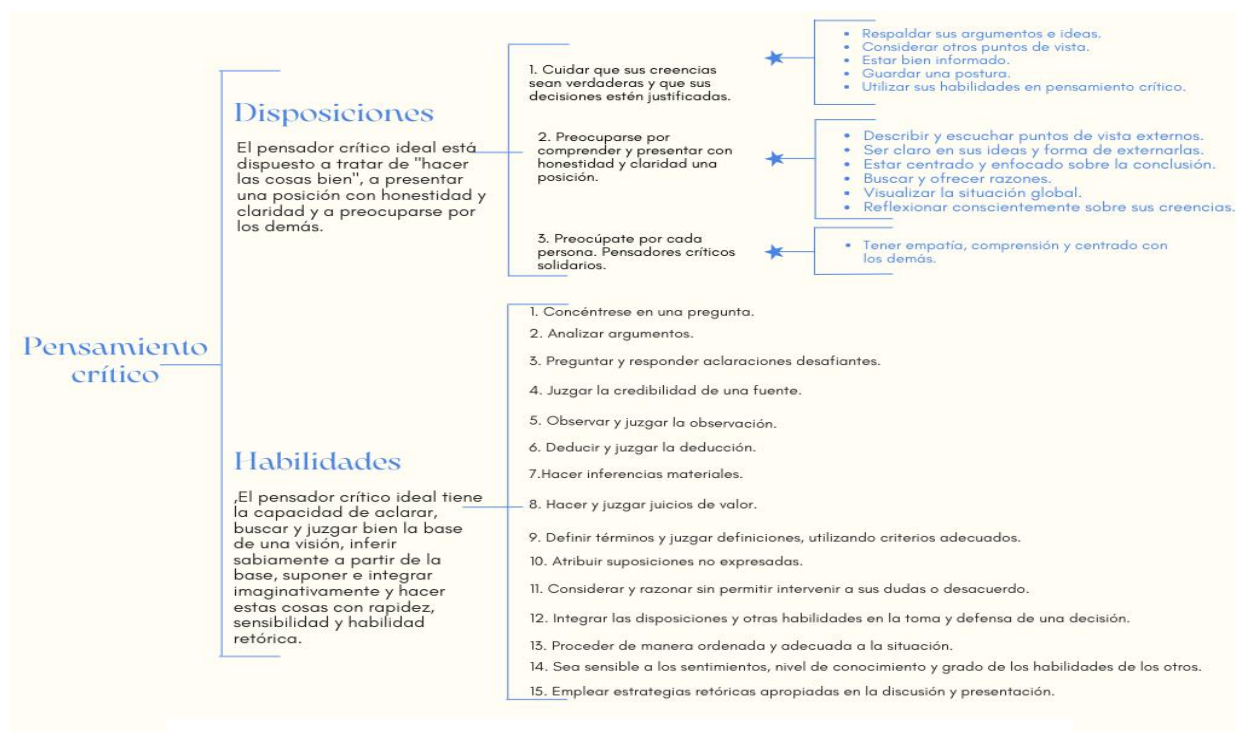
aspectos fundamentales de esta faceta del pensamiento humano. No se trata únicamente de establecer las características del mismo, sino, comprender los enlaces y aspectos cruciales de la cognición humana que están involucrados.

Diversos investigadores como Ennis, Facione, Villarini y Healpern, han propuesto casi unánimemente, que este pensamiento requiere de la apropiación y dominio de habilidades que son del orden del pensamiento superior, las características para este tipo de pensamiento son múltiples y varían entre autores. Es posible identificar tres grupos generales que los engloban. En primer lugar, se encuentran las habilidades para obtener información clara, esta implica capacidades como la indagación, categorización, juzgar la veracidad de la información y habilidad interrogativa. Dicha característica permite al pensador crítico establecer un punto de partida y concebir de manera integral la información requerida para evaluar la situación (Piette, 1998).

El segundo grupo se refiere a la cualidad de evaluar la veracidad de la información obtenida, es decir de realizar un juicio a conciencia e imparcial sobre los argumentos. Permite evaluar la credibilidad y utilidad de los mismos, facultando al pensador, para distinguir entre la información útil e importante, y la que no es relevante para abordar una problemática. La tercera agrupación se refiere a la aptitud para realizar inferencias y tomar decisiones, facilita crear conclusiones, argumentos personales, concebir hipótesis y propiciar una visión personal. Esta es la culminación del proceso para resolver problemas, donde el individuo crítico formula una respuesta apropiada, o bien, realiza una evaluación crítica del fenómeno (Piette, 1998).

Al ser Ennis uno de los pilares en la concepción del pensamiento crítico, es importante analizar su propuesta en el sentido de las características que este autor identifica en personas con habilidad para el mismo. En el ámbito educativo, Ennis (1963) establece al pensamiento crítico como un proceso cognitivo que implica capacidades en tres dimensiones: *“la lógica, (juzgar, relacionar palabras con enunciados), la criterial (utilización de opiniones para juzgar enunciados) y la pragmática (comprensión del juicio y la decisión para construir y transformar el entorno).”* (Ennis, 1963, como se citó en Bezanilla et, al., 2018, p. 92). Propone quince habilidades esenciales, que se traduce en capacidades como el análisis, buen juicio, empatía y tres disposiciones que caracteriza a los sujetos aptos en este pensamiento, (Ennis, 1992) la propuesta completa se condensa en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de disposiciones y habilidades para el pensamiento crítico, según Ennis.



Fuente: Elaboración propia, basado en: Ennis, 2011, p. 2

En la tarea de categorizar las habilidades del pensamiento crítico, Facione (1990) realizó uno de los análisis más completos para la época. El autor define a aquellos hábiles al pensamiento crítico en función de lo que pueden realizar metodológicamente para resolver un problema. Este autor propone seis cualidades inherentes a este.

1. Interpretación. Permite la apropiación y significancia de los datos e información de cualquier índole.
2. Análisis. Clasifica y realiza inferencias de los datos obtenidos en la investigación inicial.
3. Evaluación. Juzga la veracidad de la información, juicios, razones y opiniones planteadas.
4. Inferencia. Identifica los datos y elementos necesarios para formular una respuesta, hipótesis o conjeturas y visualiza la mejor manera para representarlos.
5. Explicación. Realiza argumentos y razonamientos convincentes basándose en las evidencias metodológicas, conceptuales y criteriológicas.
6. Autorregulación. Valora imparcialmente su propia habilidad cognitiva, el proceso y los resultados obtenidos, cuestiona constantemente su actuar y busca la confirmación de los resultados.

Sumado a estas habilidades, Facione va más allá, expone que el pensamiento crítico debe ser aplicado en la cotidianeidad. Y establece cualidades como la curiosidad, búsqueda de información actualizada, lucidez para las ideas,

confianza en el razonamiento, mente abierta a opiniones contrarias, flexibilidad, habilidad para comprender a los otros, imparcialidad y honestidad ante los prejuicios, estereotipos y propio ego, son rasgos importantes para el este pensamiento (Facione 1990, como se citó en López, 2012).

Estas características parecen ser más fáciles de observar en el grueso de la población, mas no por ello, pueden catalogarse como diestros en esta faceta cognitiva. Las acciones deben ser encaminadas de manera activa y razonada, para buscar o culminar un fin. Se trata de la conciencia del pensamiento que permite enfocarse, centrarse eficazmente y sin esta, el pensamiento sería meramente superficial, la utilización de una metodología seriada parece ser uno de los requisitos para un buen pensador. Y por ello, la importancia de estudiar mecanismos contextualizados y apropiados para propiciar este tipo de pensamiento.

Entre los autores actuales, Halpern (2014) establece quince acciones y cualidades útiles para comprender las habilidades necesarias para la mencionada habilidad cognitiva. Pareciera que estas características elevan la concepción del pensamiento crítico a un nivel inaccesible, pero el autor deja en claro que estas prácticas son requeridas en contextos específicos y no se deben observar como una lista exhaustiva a cumplir para caracterizarlo. Esta información se amplía en la Figura 2. Halpern incluye en la caracterización del pensamiento crítico, que se trata de una acción deliberada la cual requiere de energía para su realización. También requiere de la evaluación de evidencias, calcular los riesgos, estimar probabilidades, juicio de la credibilidad y otras actividades propias del mismo (Halpern, 2014).

Figura 2. Habilidades del pensamiento crítico de Halpern.



Fuente: Elaboración propia, basado en Halpern, 2014, p. 19.

Como se mencionó anteriormente, las cualidades necesarias para el pensamiento crítico involucran primero habilidades para indagar efectivamente, después categorizar y discriminar la información y en tercer lugar realizar inferencias, juicios o conclusiones. Para los fines de esta investigación, se propone considerar la conciencia de las acciones como una cualidad más que define al pensamiento crítico, se refiere a que los individuos destinen recursos cognitivos de manera activa e intencionada a la búsqueda y resolución del problema de estudio.

1.1.3. El pensamiento crítico en la educación actual

Ahora más que nunca, las habilidades críticas son vitales para resolver los retos que la actual sociedad presenta. El mundo social, intrapersonal, tecnológico, científico y cultural se encuentran en constantes cambios. Las actuales y futuras generaciones deben ser educadas en habilidades necesarias para adaptarse y confrontar los desafíos que la actualidad requiere. En esta tarea, la escuela tiene un papel crucial para formar a personas críticas, con capacidades reflexivas, analíticas, hábiles en la búsqueda, selección y discriminación de información, reguladas por procesos metacognitivos que los facultan para tomar decisiones y acciones fundamentadas en estos procesos (Romero y Chávez, 2021).

Esta necesidad formativa ha sido punto de análisis para organismos intergubernamentales que colocan al pensamiento crítico como un requerimiento primordial para la educación. En los objetivos de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), se considera este como una competencia transversal clave para la sostenibilidad. Fomentar en los y las alumnas de todos los niveles educativos esta habilidad, es importante para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) (UNESCO, 2016).

La UNESCO relaciona esta habilidad con la capacidad para cuestionar, reflexionar y tomar una postura sobre el ejercicio de la sostenibilidad. En el apartado de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) que establece la mencionada organización, indica que los planes de estudio deben garantizar la promoción de

este tipo de pensamiento, considerándolo indispensable para convertir a los educandos en ciudadanos globales responsables (UNESCO, 2017).

El pensamiento crítico se ha puesto en el foco de la comunidad educativa internacional, como una de las competencias prioritarias a desarrollar por los programas educativos en países como Canadá, Chile, Colombia y España, solo por mencionar algunos de los 195 miembros de la UNESCO. México, al ser parte de esta organización, no está excluido de la tarea, la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2006), abordó esta necesidad desde planes ya derogados como el 2001-2006, que promueve en uno de sus objetivos para la educación, fortalecer durante los años que corresponden al nivel básico las habilidades, actitudes y valores que forman parte del pensamiento crítico. Además, estableció programas que tenían como objetivo su promoción, como el *“Proyecto para el Fortalecimiento del Pensamiento Crítico y el Desarrollo de Competencias Matemáticas y Científicas en la Educación Básica”* (SEP, 2003).

En el plan de estudios para educación básica del 2011, el pensamiento crítico parece perder relevancia conceptual, puesto que se señala únicamente como un indicador de desempeño en el manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Sin embargo, este plan buscaba la promoción de habilidades inmersas en el propio pensamiento crítico como la *“capacidad de resolver problemas, tomar decisiones y encontrar alternativas”* (SEP, 2011, p. 11).

Otro de los planes escolares en la época contemporánea, es propuesto en el año 2017, e introduce nuevamente el concepto como un punto importante a desarrollar. En esta propuesta el pensamiento crítico se coloca al centro como parte prioritaria del perfil de egreso en todos los niveles de educación básica en México.

Alrededor de este ámbito se desarrollan propuestas metodológicas cuyo objetivo es propiciar en las y los alumnos capacidades para *“llevar a cabo una valoración integral de un problema...la comprensión del problema en sus componentes y el discernimiento”* (SEP, 2017, p.668).

Por último, el Estado Mexicano puso en vigor el plan educativo 2022, que visualiza al pensamiento crítico como un eje articular del mismo, propiciando su desarrollo como uno de los rasgos del perfil de egreso en todos los niveles educativos. Este programa concibe al citado concepto como una habilidad que permite la reflexión objetiva y resolución de problemas en todas las áreas del conocimiento. Su finalidad es propiciar en los y las estudiantes la puesta en marcha de acciones que promuevan la transformación activa de su entorno con perspectiva social, multicultural, diversa y sensible al contexto actual (SEP, 2023).

Desde la concepción del pensamiento crítico y las regulaciones en el ámbito educativo por organismos internacionales, nacionales y locales, ha resaltado la importancia de la promoción de este tipo de pensamiento. Es de considerar que la modificación de planes y programas no garantiza que las y los alumnos desarrollen habilidades en la ya descrita habilidad cognitiva. En la cotidianidad, los sistemas educativos han fundamentado su labor pedagógica en procesos dirigidos en gran medida a la adquisición de conocimiento a través de metodologías conductistas (López, 2012). Si bien, teóricamente las metas de la educación contemporánea se han fijado en el desarrollo de habilidades como la interculturalidad, diversidad, la salud integral, el arte y desde luego la destreza del pensamiento

(SEP, 2022), las y los docentes, presentan dificultades en su praxis para establecer metodologías apropiadas, que desarrollen este pensamiento en los educandos (Romero y Chávez, 2021).

En la observancia del proceso enseñanza-aprendizaje, otro de los factores determinantes para adquirir habilidades críticas, son las limitaciones propias en el desarrollo cognitivo de las y los estudiantes (Piaget, 1987). Estas características determinan en gran parte la apropiación y aplicación de las habilidades específicas del pensamiento crítico, pues se relacionan profundamente con procesos del pensamiento inmaduros en las y los estudiantes (De Caro, 2013). Mientras que el pensar críticamente es una habilidad desarrollada en los niveles de educación superior (López, *et al.*, 2022). El alumnado de educación básica presenta desafíos para completar todas las tareas de este pensamiento. Las y los alumnos de primaria y secundaria encuentran difícil realizar un pensamiento introspectivo de su práctica y aprendizaje (Loaiza y Osorio, 2018).

Igual de importantes son las estrategias utilizadas para propiciar el pensamiento crítico en los educandos, en el contexto actual, múltiples metodologías y actividades didácticas han demostrado efectividad propiciándolo en los diferentes niveles educativos:

- El foro presencial como estrategia didáctica. Fomenta la comprensión de ideas compleja, análisis de problemas, la argumentación, reflexión y contrastación de ideas (Lira, 2010).
- La utilización del blog educativo. Permite a las y los alumnos de primaria, obtener fortalezas en autoaprendizaje y análisis de la información (Hernández, González y Romero, 2015).

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Los alumnos de nivel universitario que utilizan un programa basado en ABP presentan mejor balance en el uso del pensamiento inductivo y deductivo, en comparación con alumnos no expuestos a esta metodología (Olivares, 2016).
- Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy). El uso de estrategias didácticas con la metodología ABPy en alumnos de nivel primaria, propician habilidades como la confianza, exposición de ideas, colaboración y evaluación mediante procesos metacognitivos (Guayacundo, 2015).

La visión metodológica del proceso enseñanza-aprendizaje, busca evolucionar desde una educación “*bancaria*” (Freire, 1970, p.75) tradicional, donde el docente es el trasmisor del conocimiento, hacia el aprendizaje significativo y situado, incrementado en los dicentes la reflexión, autonomía, la solución de problemas y el sentido social. Estos rasgos son afines al pensamiento crítico, por ello las estrategias formadoras que son recomendadas en la actualidad, buscan incentivar en las y los alumnos esta faceta del pensamiento. En el caso del plan escolar 2022 en la educación mexicana, se proponen metodologías activas como el aprendizaje por proyectos. Donde los estudiantes son el punto central del proceso, y su objetivo es integrar las experiencias y saberes previos, favoreciendo una fusión con los nuevos (SEP, 2022).

Pensar en el proceso enseñanza-aprendizaje, implica inherentemente establecer a la evaluación como parte primordial del mismo, sin ella no se contaría con evidencias fundamentadas sobre los niveles de apropiación de cualquier habilidad o un punto de partida para redireccionar las acciones con miras a lograr los objetivos del mencionado proceso. Evaluar permite, “*retroalimentar el proceso*

enseñanza-aprendizaje...mejorar las deficiencias...e incidir en el mejoramiento de la calidad” (Pérez 1997, p. 1) del proceso educativo. En este sentido, establecer mecanismos que den evidencia sobre el desempeño del pensamiento crítico y los niveles de logro de las habilidades del mismo, es primordial.

Valorar a este, resulta una tarea compleja, puesto que es necesario considerar los procesos que guían hacia la criticidad y no únicamente el nivel de dominio de las habilidades. Una vez comprendida la dificultad para evaluar este pensamiento en los procesos educativos, múltiples investigadores como Facione (1990), Ennis y Millman (1985), Halpern (2006), Rivas y Saiz (2012), Miranda (2003), entre otros, han propuesto instrumentos que buscan medir el nivel de logro del pensamiento crítico. Sin embargo, se trata de herramientas que son difíciles de aplicar en los procesos cotidianos, puesto que tienden a la ultra especialización y no son afines contextualmente (Ossa, *et al.*, 2017).

Una de las entidades que más éxito ha tenido en medir las condiciones actuales del pensamiento crítico en la educación básica, es la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con la implementación del programa Programme for International Student Assessment (PISA, por sus siglas en inglés). Este organismo mide la formación del alumnado que finalizan la etapa de secundaria en edad de 15 años. Analiza habilidades y aptitudes necesarias para la resolución de problemas y el manejo de información.

Los resultados de la prueba PISA se clasifican en niveles de competencias, donde la pauta más alta (Nivel 5 en competencia lectora y Nivel 6 en competencia matemática y en el área de ciencias), están relacionados con habilidades como la

investigación, evaluación de la información, y sobre todo resolución de problemas en diferentes contextos (OCDE, s.f.). Las destrezas evaluadas están claramente relacionadas con el pensamiento crítico. En este entendido, los resultados en esta prueba para estudiantes mexicanos durante el año 2022 muestran un pobre desarrollo. En lectura solo el 1% de los alumnos alcanzó el nivel 5, mientras que, en matemáticas y ciencias, casi ningún estudiante en México alcanzó el nivel de alto rendimiento, es decir, el nivel 5 o 6. (PISA, 2022).

Además, los resultados de PISA proporcionan un promedio en el desarrollo de los niveles más altos entre los 38 miembros de la organización. En lectura la media es de 7%, matemáticas 9% y ciencias 7%. Con base en este resultado, es posible inferir que las habilidades críticas en la actualidad se encuentran en niveles inferiores a los deseados.

La tarea de las instancias y los actores educativos para establecer políticas, estrategias y metodologías, que propicien el desarrollo de habilidades inmersas en los diferentes niveles educativos son vitales para la educación actual. El camino teórico para la mejora del mismo se encuentra bien fundamentado en la mayoría de las visiones políticas de educación. Sin perder de vista la necesidad de capacitación docente, que los faculte para formular actividades didácticas efectivas que propicien las destrezas del pensamiento. Y finalmente, establecer herramientas evaluativas del pensamiento crítico a nivel local y cotidiano permitirá observar más eficientemente el proceso, facilitando adecuaciones a corto plazo que redirijan el camino metodológico con fines a la mejora del aprendizaje.

1.2. Método científico

1.2.1. Definición y pasos del método científico

El método científico establece la base para el desarrollo del conocimiento, es la guía que permite explorar los alrededores y faculta a los individuos para comprender y explicar el mundo natural y social (Santiesteban, 2014). En el contexto educativo, el método científico no solo propicia conocimientos fácticos, sino que, podría ser una herramienta que cultive habilidades críticas y analíticas en el estudiantado. Mediante un marco metodológico estructurado, facilita la resolución de problemas complejos como cotidianos, propiciando habilidades útiles para el mismo fin. En un mundo de constantes desafíos, las y los jóvenes, requieren apropiarse de estrategias para afrontar de manera adecuada los retos, fundamentándose en la razón y evidencia.

A lo largo del tiempo, el uso de metodologías y validación del conocimiento estuvo rodeada por *“el empirismo, positivismo, el inductivismo y... hacia la irracionalidad que provienen de los conocimientos que surgen de la experiencia sensible”* (Gallego, 2016, pp. 5). Esto genera conflicto con la imparcialidad requerida al observar todo proceso científico. Además, las insuficiencias en la práctica investigativa encaminan a sesgos en los resultados y cuestionamientos sobre la veracidad de parte del gremio científico (Proenza, & Leyva, 2021).

Para comenzar a definir el método científico, es conveniente establecer que el concepto de método hace referencia al conjunto de procesos lógicos y estructurados, aplicados dentro de investigación, con la finalidad de resolver, explicar o identificar un problema (Morles, 2002). Desde hace siglos, varios

pensadores se han dado a la tarea de analizar este concepto. Tradicionalmente se atribuye a Bacon (1620) la introducción de un método inductivo fundamentado en la observación de los fenómenos y la recopilación sistemática de información (Ñaupas, 2018). La propuesta de Bacon contrastó con el paradigma dominante de su época, proveniente del pensamiento Aristotélico.

En contraparte, el matemático René Descartes (1637) visualizó al método como un proceso deductivo, que utiliza la razón para realizar inferencias y crear el conocimiento. En su obra *Discurso del Método*, propone un sistema estructurado que utiliza la deducción con la claridad y evidencia del proceso cognitivo (Fernández, Cárdenas & Mesa, 2006). Siglos más tarde, es publicada la obra, *Lógica de la investigación científica*, por Karl Popper (1934), donde establece una condición importante que redefine el concepto de método. Popper argumenta que el proceso de investigación consiste, primeramente, en la formulación deductiva de hipótesis (conjeturas) y en segundo lugar a la confirmación de todo el proceso experimental o probatorio, con el fin de someterse a comprobación de la validez del proceso (refutación) (Asensi & Parra, 2002).

Este principio fue llamado “falsabilidad”, faculta al conocimiento para ser contrastado con otro. Popper asevera que una afirmación será catalogada como cierta solo si existe la posibilidad de demostrar que es incorrecta mediante el método. Su enfoque destaca la importancia de someter las teorías a la falsabilidad como un principio fundamental, mediante pruebas rigurosas y aceptar parcialmente aquellas que resisten la refutación, lo cual contribuye al desarrollo y avance constante del conocimiento científico (Tovar, 2019).

El concepto de método ha sido objeto de reflexión histórica, los debates sobre la manera más apropiada para adquirir o crear el conocimiento han influenciado a diversas ideologías. Ya sea a través de la observación empírica, la inducción o deducción lógica o la falsedad en la ciencia, el método científico resulta esencial para estructurar el pensamiento y la búsqueda de explicar y resolver los fenómenos y problemas.

Establecer un concepto del método científico resulta una tarea compleja, el método debe ser observado de forma contextual y adaptada a las necesidades del proceso de investigación. Las formas actuales de hacer ciencia exigen estructuras más abiertas que amplíen el campo de visión, además de pensar en otros procesos no lineales capaces de estudiar los fenómenos y problemas (Gallego, 2016 y Morles, 2002). Algunas definiciones del método científico lo visualizan como un proceso de carácter objetivo, desarrollado por el investigador de manera intencionada y sistematizada con la finalidad de resolver un problema o explicar un hecho (Morles, 2002). En otro enfoque conceptual, se muestra el método científico como una estructura teórica-práctica que permite a los humanos a través de una serie de pasos, interactuar, conocer e interpretar el medio natural y social (Trejos, 2012).

Otros investigadores sugieren que el método científico no se encuentra exento de posturas filosóficas e ideológicas propias del investigador, aun y cuando el objetivo de la utilización de este método sea precisamente el enfoque crítico. Debido a esto, Proenza & Leyva (2021) hacen una propuesta que incluye la idoneidad de este proceso metodológico, estableciéndolo como un modo de propiciar enunciados del conocimiento, fundamentados en las experiencias.

Además, tiene la intención de hacer a un lado intencionalmente y de manera sistemática los criterios y puntos de vista propios del investigador, para dar firmeza al proceso investigativo.

En la búsqueda de una definición clara y simple, el método científico se define como *“un proceso ordenado que permite generar el conocimiento científico de la realidad y verificarlo...”* (Ñaupas et al., 2018, p. 171). Al anterior concepto se adicionan características previamente analizadas para estructurar una definición acorde al contexto de inferencia y los fines del presente estudio.

El método científico se comprende como todo proceso que busca de manera intencionada obtener una respuesta crítica al fenómeno o problema de análisis. Consta de una secuencia de pasos que construyen y permiten guiar de manera objetiva la investigación. Como toda técnica, el método científico se caracteriza por una serie de actividades secuenciadas que permiten la obtención de respuestas. Son numerosas las variantes metodológicas para el mismo fin, sin embargo, todas comparten en su raíz los principios propuestos por Bacon.

El método científico se divide en una serie de pasos articulados en el siguiente esquema: el proceso comienza con 1) observación del problema, Bacon resalta la importancia de realizar un análisis cuidadoso y sistemático del fenómeno de estudio y recolecta datos precisos mediante los sentidos. Continúa con 2) la descripción, este punto es comprendido como la delimitación del problema y la formación de una estructura investigativa sobre los asuntos que interesan del fenómeno (Bacon, 1620, como se citó en Trejos, 2012).

El análisis continúa por parte de Trejos, con 3) la inducción, que consiste en la extracción de la información necesaria para iniciar la comprensión del objeto de

interés, se logra mediante la observación y faculta al investigador para proponer una 4) hipótesis. En esta parte del camino secuencial del método, el investigador realiza intuiciones y predicciones sobre la respuesta al cuestionamiento inicial que no estrictamente pueden ser acertadas. Para dilucidar las interrogantes del problema el investigador intenta a través de 5) la experimentación, poner a prueba las afirmaciones del paso anterior. Esto permite falsear o confirmar sus aseveraciones sobre el problema, de igual manera establece los mecanismos de reproducibilidad que otorgan validez a sus resultados (Trejos, 2012).

La siguiente parte de este mecanismo investigativo incluye la 6) contrastación, también llamada análisis de resultados, que como indica su nombre, se trata de un análisis a conciencia, clasificación de datos, distinción de patrones y valoración de los mismos que permitirán en última instancia formular una 7) teoría o ley científica (Trejos, 2012). La conclusión del evento investigativo proporciona una respuesta firme a los planteamientos iniciales del problema, esta puede ser sometida al juicio de validez y no necesariamente se considera incorregible, puesto que es uno de los principios que define al propio método científico.

Si bien, la mayoría de los autores, tanto clásicos como contemporáneos, observan al método científico como una herramienta útil y apropiada para la tarea de conocer, en la actualidad se cuestiona que sea el único método que permita la generación de conocimiento. Principalmente cuando el objeto de estudio es el propio ser humano (Ñaupas, 2018). Si se tiene en cuenta la falsabilidad de Popper (1934), instaurar al método científico como el único sistema inmodificable, se opondría al sentido del mismo, que permite la refutación de lo establecido.

Ñaupas, propone una serie de pasos adecuados al contexto actual, que puede ser apropiado para el ámbito educativo. En su propuesta el método científico se establece como un proceso estructurado para la obtención del conocimiento. Inicia con el análisis del problema, en segundo lugar, se realiza la revisión ordenada de la información existente, lo que permite formular una posible respuesta al fenómeno. Continúa con la obtención de información que se lleva a cabo a través de diferentes mecanismos, seguido de la contrastación de los resultados y finaliza con la formulación de una respuesta al problema . A continuación, se resume en la Figura 3 el método propuesto.

Figura 3 . Proceso del método científico



Fuente: Ñaupas, 2018, pp. 172.

1.2.2. Nuevas metodologías didácticas y el método científico

Las maneras de construir el conocimiento se han convertido en un tema central de la educación actual, la investigación educativa busca redescubrir la manera en la que los y las estudiantes son capaces de generar el conocimiento (Moreno, 2012). La educación es una actividad dependiente del cambiante contexto donde se desarrolla, educar, se trata de un proceso constante y adaptativo a las condiciones y requerimientos sociales (Dewey, 1990, como se citó en Cadrecha, 1990). Para pensar en estrategias apropiadas se requiere, como describe, Moreno (2012) considerar una serie de preguntas que guían las propuestas metodológicas, se debe analizar, ¿qué personas son las que se busca formar? y ¿qué tipo de sociedad se busca construir? Estos cuestionamientos formularán una propuesta adecuada que defina el ¿qué enseñar?, ¿cuál es la forma de aprendizaje de las personas?, ¿cuáles son las formas adecuadas para generar el conocimiento? y ¿cuál es la manera de evaluar lo aprendido? (Moreno, 2012).

A partir de lo expuesto previamente, resulta comprensible que algunas de las nuevas tendencias metodológicas como el ABP, ABPy, Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (CTIAM) tengan como meta la resolución de situaciones problema de manera contextualizada y a la vez, fortalezca el pensamiento crítico.

Desde la definición del ABP se comprende que el objetivo primordial del mismo es la resolución de problemas. Consiste en plantear de manera teórica o práctica una situación de estudio que promueve en las y los alumnos de forma

deliberada el análisis y resolución de este (Díaz, 2005). El proceso metodológico para el ABP es diverso y no existe una guía única, sin embargo, los pasos a seguir para su ejecución es iniciar con el análisis del problema, continúa con la generación de teorías o hipótesis sobre las causas del problema y como resolverlo. En tercer lugar, se analizan los antecedentes e información que se conoce y clasifica entre aquello desconocido y útil para encontrar la solución. A continuación, se definen las estrategias de investigación donde se clarifican las acciones a seguir para obtener información y definir la cuestión. Para concluir el proceso, se presenta la posible respuesta del problema (Morales & Landa, 2004).

La segunda metodología didáctica empleada en la actualidad es el ABPy, se define como un método el cual permite a las y los alumnos apropiarse de conocimientos y habilidades necesarias para desenvolverse y resolver problemáticas de la vida real. Consiste en la aplicación, implementación y evaluación de un proyecto estructurado que responden a las necesidades de su entorno (Fernández, 2017). Los pasos por seguir para la implementación de la mencionada metodología son separados en tres, a) Presentación y diseño del proyecto, b) investigación acción y c) Evaluación del proyecto.

El punto inicial consiste en una revisión diagnóstica sobre ¿qué sabe el alumno del tema? y ¿qué es lo que busca saber del mismo?, también incluye la introducción mediada por el docente a la problemática a evaluar. La etapa consecuente permite responder a los cuestionamientos a través de un proceso de búsqueda y análisis de información que acerca a los educandos a la comprensión del tema. Incluye, además, el diseño e implementación de estrategias reguladas por las habilidades de los educandos que les permite obtener respuesta al problema

inicial. Y requiere desarrollo de virtudes investigativas como la comparación, cuantificación, síntesis, inducción y formulación de conclusiones. La última parte permite evaluar en las y los estudiantes la apropiación de las habilidades mencionadas y es vital la reflexión del proceso (Pérez, Fonseca & Lucas, 2021).

La tercera metodología referida es el ABI, pretende unificar la relación entre la producción de conocimientos y la construcción de aprendizajes en los escolares (Nieto, 2013). Consiste en la utilización del método científico como una parte integrada al proceso de enseñanza-aprendizaje, los estudiantes desarrollan habilidades como la reflexión, resolución de problemas, aprendizaje autónomo y en equipo (Ruíz, 2021).

Para aplicar esta herramienta metodológica se inicia con el planteamiento de un problema, que a su vez origina la pregunta de investigación, la justificación y definición de los objetivos del proceso investigativo. Un segundo momento consiste en la revisión bibliográfica que permite al estudiante conocer los elementos teóricos del problema. Una vez que el alumnado realiza un avance significativo en el marco teórico, se construyen las predicciones y el modelo experimental que incluyen: mecanismos procedimentales, diseño de instrumentos estadísticos y control de variables. Por último, se reportan los resultados de la investigación mediante un proceso que genere interacción positiva entre los participantes, esto facilita la retroalimentación y otros procesos evaluativos (Nieto, 2013 y Rivadeneira, 2017).

Para abonar al número de métodos didácticos relacionados con los procesos implícitos en el método científico, se aborda el ABR, este enfoque invita al educando a involucrarse de forma activa en una situación problemática cotidiana, real y contextualizada, que debe ser analizada y posteriormente ofrecer una solución para

la misma (Bolaños, 2019). El proceso para llevarse a cabo inicia con la presentación de una idea general que sea retadora, en consecuencia, se generaran preguntas que se acotan hasta llegar a la pregunta clave. Posteriormente, surge la situación retadora e invita a las y los estudiantes a generar una solución específica, a continuación, se propician preguntas, actividades y cualquier otro recurso que sirva como guía.

Se debe permitir al alumnado proponer una variedad de métodos para solucionar el planteamiento y pasar a la implementación que pone a prueba la eficacia del mismo. Los estudiantes evalúan y validan sus resultados de manera cualitativa o cuantitativa, por último, se crea un producto de divulgación que acerque al resto con el conocimiento generado y se reflexiona sobre el proceso (Gilbert, 2018 y ITESM, 2015).

La última herramienta metodológica a la que se hace referencia en el presente estudio es la CTIAM, comúnmente conocido como STEAM (por sus siglas en inglés), se trata de un modelo que promueve la integración de las materias científico-técnicas y artísticas de manera interdisciplinar, que incorpora situaciones contextualizadas al medio que lo rodea (Pérez, 2021). Se utilizan las herramientas tecnológicas al alcance y busca la solución de problemáticas con propuestas innovadoras y creativas (Celis, 2021). El proceso puede abordarse con la implementación de proyectos con las fases y pasos clásicos del mismo. Se debe considerar elementos representativos del método CTIAM como, la interdisciplinaridad, el desarrollo de habilidades sociales, uso de estrategias creativas, aprovechamiento de las herramientas digitales y las capacidades integrales del individuo (Santillán, 2020).

Las metodologías expuestas fundamentan su práctica en estrategias afines al método científico, utilizan estrategias similares para generar el conocimiento, desde la observación del problema, continúa con la revisión de la información, formula predicciones, centrándose en el proceso experimental que posterior al análisis de los resultados permitirá responder al fenómeno, problema u objeto de estudio. De esto deriva la importancia de fortalecer en las y los alumnos las habilidades de investigación, mediadas por una secuencia conocida como el método científico, que ha comprobado su efectividad siendo base de múltiples visiones metodológicas que promueven habilidades y actitudes, útiles en la resolución de problemas como lo es el propio pensamiento crítico.

CAPÍTULO II

DEL SABER SABIO AL SABER ENSEÑADO DE LA QUÍMICA, EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

El presente capítulo se centra en describir el proceso de una intervención educativa orientada a la enseñanza de la química en educación secundaria. Tiene como objetivo establecer las pautas para la implementación de una secuencia didáctica basada en el conocimiento y uso del método científico para la resolución de problemas y un enfoque al desarrollo de habilidades del pensamiento crítico. Este proceso se estructura en tres secciones clave que abordan tanto la fundamentación teórica como la aplicación práctica de la intervención.

En la primera sección se analiza el contexto contemporáneo de la enseñanza de esta disciplina en la educación secundaria, además, se exploran las estrategias pedagógicas que las y los docentes emplean para propiciar los aprendizajes en los discentes. De igual manera, se exploran los retos y oportunidades que enfrentan en la práctica diaria, que afectan al aprendizaje efectivo. Este apartado sienta las bases para comprender el contexto en el cual se llevará a cabo la intervención educativa.

El segundo apartado se explora a los laboratorios cibertrónicos, su evolución y como pueden transformar los entornos de aprendizaje. También se revisa el uso de plataformas de comunicación como lo es WhatsApp como una opción didáctica que cumple con las características de los laboratorios cibertrónicos.

Por último, se enfoca en la selección del instrumento cuantitativo, se exploran las opciones metodológicas y herramientas propuestas por diversos autores, con la finalidad de elegir un instrumento que sea pertinente con las características de la población de interés en el presente estudio. En conjunto, estos apartados proporcionan una visión amplia del aprendizaje de la química contemporánea y una posibilidad de evolución hacia las tendencias digitales actuales, con miras a promover herramientas útiles que propicien el desarrollo de habilidades cognitivas como lo es el pensamiento crítico.

2.1. Enseñanza-aprendizaje de la química

Tradicionalmente la enseñanza de las ciencias en los niveles básicos de educación ha sido posicionada en una cumbre de conocimiento difícil de escalar. Asignaturas como matemáticas, biología, física y química se perciben como complejas, tediosas y tienen poco agrado para las y los estudiantes (Nakamatsu, 2012).

Relegarse de la ciencia y, por ende, de los avances tecnológicos y del conocimiento, implica un retraso no solo en los aprendizajes, sino en el desarrollo de la sociedad. En el caso de México, existe una opinión generalizada sobre que, el nivel de conocimiento y progreso en esta área es bajo y poco productivo (Flores, 2012). Paradójicamente, en una sociedad que otorga valor al conocimiento como recurso apreciable, pareciera que no existe una relación entre los mecanismos de aprendizaje y la generación de este recurso. De acuerdo con lo anterior, es importante observar bajo un análisis crítico los esfuerzos en materia educativa, enfocados para propiciar habilidades, aptitudes y conocimientos necesarios para cimentar el progreso en este ámbito.

2.1.1. La enseñanza de la química en la educación secundaria contemporánea

En los últimos años del siglo XX y el transcurso del siglo XXI, se ha generado más conocimientos sobre la comprensión del mundo, tanto tangible como intangible, que todo aquel obtenido previo a estas épocas (Tacca, 2011). El conocimiento se considera como una nueva moneda de cambio y tiene influencia en el sector económico mundial (Drucker, 1993). En la denominada era de la información (Castell, 1999), se valora la importancia del conocimiento y el uso de este para satisfacer las necesidades humanas.

Por ello, es primordial atender las necesidades de formación científica desde los niveles iniciales de educación. El estudio de la química como ciencia fundamental, tiene un papel importante en los diferentes niveles educativos, pero principalmente en la educación secundaria. Permite a las y los estudiantes un acercamiento práctico a los procesos y habilidades del pensamiento científico, así como la comprensión de los principios que rigen el mundo natural. Aun y cuando se entiende esta necesidad educacional, parece ser que no se otorga la importancia a los procesos de generación y apropiación de aptitudes científicas requeridas. Las visiones educativas, docentes y propuestas pedagógicas, mantienen una oferta tradicional en las formas de generar el saber científico, así como de las habilidades necesarias para su desarrollo (Tacca, 2011).

Las dificultades que presenta la enseñanza y aprendizaje de la química son multifactoriales y difíciles de resolver, esto propicia una brecha en el aprendizaje de nociones científicas básicas que atienden a problemas emergentes derivados de las actividades humanas diarias, por ejemplo, la contaminación, el uso de fármacos, la

obtención de energía, etc. La enseñanza de la química se percibe como un proceso tedioso y difícil por parte de las y los alumnos, cargada de información abstracta, pues requiere del dominio conceptual de varios niveles como lo son el “macro”, “sub-micro” y “simbólico” (Nakamatsu, 2012).

El panorama internacional en la enseñanza de la química como profesión es desalentador, en las últimas décadas se ha observado una disminución en la matrícula de los programas de química en los niveles de licenciatura y posgrados. Esta tendencia se ha observado tanto en países latinoamericanos como anglosajones, la relación causal no parece ser motivada por temas económicos, puesto que también se ha observado una disminución en las habilidades y conocimientos en esta materia, en las evaluaciones de ingreso a el nivel consecuente de estudio (Galagovshy, 2005) en los diferentes países.

En México, la observación de la química como materia elemental, fue iniciada durante el pasado siglo XIX, con la implantación de las ciencias naturales como enseñanza básica. Hasta finales del siglo XX la visión de la química no sufrió cambios significativos, quizá, se puede resaltar la reforma de 1972, cuya característica principal fue la incorporación de libros de texto formulados por especialistas en el tema que otorgaban una propuesta más técnica que la de sus predecesores, elaborados mediante la experiencia docente (Flores, 2012). Es hasta 1993 cuando se establece como una asignatura del currículo oficial la materia de química, con un enfoque en el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que fomentan el aprendizaje significativo y contextualizado (Garritz, 2001).

Esta propuesta realizada por Chamizo y Andoni (1993), aborda los contenidos como un aprendizaje mediante la experimentación, relacionando los

conceptos teóricos con hechos experimentales tangible que permiten la formulación de preguntas, seguimiento, registro y análisis de resultados, así como la divulgación de la información (Chamizo & Garritz, 1993). En el planteamiento previo se establecen objetivos y estrategias comunes que se conservan hasta el día de hoy con pequeñas modificaciones, pero conserva como base el planteamiento de Chamizo (1993). Algunas de estas son:

- La vinculación teórica del conocimiento del mundo natural con la práctica y obtención de aptitudes y habilidades científicas.
- Relacionar los conocimientos adquiridos con aplicaciones técnicas y prácticas.
- Una visión integral de la ciencia como un conjunto de disciplinas interconectadas.
- Generar en alumnas y alumnos una visión proambiental y promoción de la salud.
- Apreciar la experiencia del alumnado y sus conclusiones en el proceso de aprendizaje, así como detonar el conocimiento con estrategias iniciadoras que propicien el análisis activo (Garritz, 2001).

En las reformas subsecuentes, los cambios en la propuesta sobre las formas, contenidos y enfoques teóricos sobre la enseñanza de la química no mostraron cambios sustanciales. En el 2006 se estableció el Plan y Programa de Estudio para la Educación Secundaria, como parte de la denominada Reforma Integral en Educación Básica (RIEB). El abordaje de las ciencias que incluyó a la química tenía como finalidad el desarrollo de competencias científicas que permitirían a las y los

alumnos comprender, explicar y tomar decisiones sobre los fenómenos naturales. El estudio de esta materia buscaba la interdisciplinariedad y su aplicación en contextos reales. El enfoque teórico de su enseñanza se basa en el aprendizaje activo mediante experimentos, proyectos y actividades prácticas. Un aspecto para destacar fue la incorporación de las TIC como herramienta facilitadora del aprendizaje de la química (DOF, 2006).

Otra propuesta que da continuidad a la RIEB es el Plan de estudios 2011 para la educación básica que establece la organización de los contenidos y horas lectivas para las asignaturas. Esta oferta no difiere mucho de lo previsto en el plan y programa 2006, el enfoque del aprendizaje de la química es constructivista mediante el aprendizaje activo con experiencias contextualizadas que generen aprendizajes significativos. La propuesta metodológica incluye trabajos por proyectos de carácter práctico, resolución de problemas y uso de modelos (García & Garzón, 2024). Propone la generación de competencias con vistas en el cumplimiento de estándares curriculares y aprendizajes esperados (SEP, 2011).

En el 2017 se pone en marcha el plan y programas de estudios para la educación básica, aprendizajes clave para la educación integral. La propuesta metodológica incluye el aprendizaje basado en proyectos, mediante un enfoque constructivista, que ponen al centro del aprendizaje al estudiantado, al igual que sus procesos y formas de construcción del aprendizaje. Propone una evaluación continua del proceso que permite redireccionar de manera pertinente al mismo (SEP, 2017).

La estructuración de la asignatura de química se muestra como ejes temáticos, formulado en contenidos interrelacionados. Estos abarcan el estudio de

la materia, energía y la interacción entre ambas, además de la conservación del medio ambiente y la salud. Busca la integración de las TIC al proceso como un medio para el mecanismo enseñanza-aprendizaje. Un aspecto destacable, es la integración del pensamiento crítico como un ideal en la educación científica, proponiéndolo como parte del perfil de egreso deseable para los y las alumnas de nivel básico (DOF, 2017).

La última reforma educativa para el Estado Mexicano se llevó a cabo durante el año 2022, con la denominada Nueva Escuela Mexicana (NEM). Al igual que las propuestas anteriormente revisadas, el abordaje de la química se realiza de manera contextualizada, el enfoque teórico es constructivista. Se propone como estrategia didáctica el aprendizaje basado en proyectos colaborativos y transversales (SEP, 2023). Los temas son estructurados en contenidos guiados por procesos de desarrollo de aprendizaje, cuya finalidad es fortalecer habilidades, actitudes y valores vinculados al pensamiento crítico y resolución de problemas. De igual manera:

“Se busca fortalecer el pensamiento científico, entendido como una manera de razonar que implica establecer relaciones coherentes de conocimientos fundados en el desarrollo de habilidades para indagar, interpretar, argumentar y explicar el entorno e incidir en problemáticas relevantes de la comunidad, considerando la objetividad, racionalidad y sistematicidad en la construcción de modelos y del lenguaje propios de la ciencia” (SEP, 2022, p. 55).

Debe indicarse que los contenidos abordados en esta propuesta han sufrido una reducción en complejidad y número, en comparación con las propuestas que antecedieron y descuida el uso de las TIC como medio para el abordaje metodológico. Esto se puede observar de manera condensada en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparativa de contenidos y estructuración de la química en reformas contemporáneas

Reforma Educativa	Año	Estructuración			Contenidos propuestos / Bloques
		Grado	Asignatura	Hora/ Semana	
Propuesta de Chamizo & Andoni	1993	1°	Introducción a la física y la química	3	
		2°	Química I	3	Dividido en 3 bloques y 17 temas Bloque 1. La química y tú. Bloque 2. Manifestaciones de la materia. Bloque 3. Naturaleza discontinua de la materia.
		3°	Química II	3	Dividido en 3 bloques y 18 temas Bloque 4. Agua, disoluciones y reacciones químicas. Bloque 5. Quemar combustibles. Oxidaciones. Bloque 6. Electroquímica.
RIEB	2006	3°	Química	6	Dividido en 5 bloques y 30 temas Bloque 1. Las características de los materiales. Bloque 2. La diversidad de propiedades de los materiales y su clasificación química. Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química. Bloque 4. La formación de nuevos materiales. Bloque 5. Química y tecnología.
Plan de Estudios 2011	2011	3°	Química	6	Dividido en 5 bloques y 23 temas Bloque 1. Las características de los materiales. Bloque 2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química. Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química. Bloque 4. La formación de nuevos materiales. Bloque 5. Química y tecnología.
Aprendizajes Clave Para la Educación Integral	2017	3°	Química	6	Se implementó los mismos contenidos de la reforma 2011 Eje 1. Materia. Energía e interacciones. • Propiedades • Interacciones • Naturaleza, macro, micro y submicro Eje 2. Sistemas. • Sistemas del cuerpo humano y salud • Ecosistemas. Eje 3. Diversidad, continuidad y cambio. • Tiempo y cambio • Continuidad y ciclos
NEM	2022	3°	Química	6	Contenidos divididos en 12 temas, no agrupados.

Fuente: elaboración propia, a partir de: Chamizo & Garritz (1993), DOF (2006) SEP (2011), SEP (2017) y SEP (2023).

A más de dos décadas de los aportes realizados por Chamizo y Garritz (1993), en su propuesta para el aprendizaje de la química a nivel secundaria, los enfoques teóricos, metodológicos e incluso conceptuales para el estudio de esta materia, no han tenido cambios sustanciales. A continuación, se muestra el condensado de aspectos comparativos entre reformas revisadas, con observancia en la enseñanza de la química en la Tabla 2. La percepción del aprendizaje de la asignatura se mantiene como una disciplina compleja, que implica contenidos de poca relevancia para los y las estudiantes.

Las estrategias implementadas parecieran ser insuficientes para apropiarse de conocimientos tan abstractos como descontextualizados, necesarios para la comprensión del mundo químico (Raviolo, 2019). Las propuestas teóricas mantienen su valía, justificada por el éxito en muchas otras asignaturas y parece adecuado replantear las causas del ¿por qué?, y su falta de éxito en el aprendizaje de esta disciplina a nivel secundaria.

Es pertinente observar otras estrategias metodológicas que puedan solventar las dificultades planteadas con anterioridad, además de apoyarse del uso de la tecnología como un medio para promoción del proceso de aprendizaje, especialmente en el estudio de la química que requiere de la explicación mediante elementos no tangibles y abstractos.

Tabla 2. Reformas contemporáneas v la enseñanza de la química

Propuesta	Año	Enfoque teórico	Metodología didáctica	Características destacables
Propuesta de Chamizo & Andoni	1993	• Constructivista • Cognitivismo	Aprendizaje mediante la experimentación. Relaciona la teoría con trabajo práctico.	• Vinculación de la teoría con el medio social y ambiental. • Visión proambiental y salud.
RIEB	2006	• Aprendizaje activo	Experimentación mediante proyectos y actividades prácticas.	• Desarrollo de competencias científicas. • Interdisciplinariedad. • Contextualización de los contenidos. • Integración de las TIC al proceso educativo.
Plan de Estudios 2011	2011	• Constructivista • Aprendizaje significativo	Aprendizaje activo, basado en proyectos prácticos e inclusión de modelos experimentales y gráficos.	• Generación de competencias. • Busca la adquisición de aprendizajes seleccionados para la materia.
Aprendizajes Clave Para la Educación Integral	2017	• Constructivista • Aprendizaje situado	Aprendizaje basado en proyectos disciplinares.	• Colocar al estudiante al centro del proceso. • Evaluación continua del proceso. • Integra a las TIC como un medio parte del mecanismo educativo. • Se propone el pensamiento crítico como perfil de egreso.
NEM	2022	• Constructivista • Aprendizaje situado. • Humanista y científico.	Aprendizaje basado en proyectos colaborativos, transversales y contextualizados.	• Se integra el pensamiento crítico como eje central para el estudio de las ciencias. • Enfoque científico para el aprendizaje de ciencias. • Se marca como objetivo el pensamiento crítico y resolución de problemas.

Fuente: elaboración propia, a partir de: Chamizo & Garritz (1993), DOF (2006) SEP (2011), DOF (2017) y SEP (2023).

2.1.2. Del saber sabio al saber enseñado de la química

La enseñanza y aprendizaje de la química afronta una serie de desafíos en todos sus niveles de observancia, como se ha descrito en previamente, esta disciplina requiere habilidades específicas tanto de aquellos encargados de su promoción como de los receptores del aprendizaje. La química consiste en el estudio de las propiedades e interacciones de los materiales a nivel macroscópico y quizá, aún más importante que el primero, está el estudio de las entidades submicroscópicas. Son estas últimas, las que, a partir de materiales tangibles, visibles y manipulables, requieren formar conceptos y modelos abstractos que permitan la comprensión del mundo químico y dar sentido a la realidad.

Resulta complicado que el estudiantado, sin el apoyo metodológico de profesionales (docentes), pueda deducir las relaciones macro-micro-simbólicas requeridas para la comprensión y apropiación de habilidades, aptitudes y conocimientos relacionados con la ciencia y la química (Nakamatsu, 2012). La tarea de las y los profesores consiste en acercar al estudiantado de una manera simple, contextualizada, comprensible y aplicada, al entendimiento de estas relaciones del conocimiento químico.

Sin embargo, al realizar un análisis retrospectivo de las condiciones actuales de enseñanza-aprendizaje de la química, no resulta sorprendente observar que el grueso de las y los docentes aun implementan estrategias didácticas donde imperan los procesos memorísticos y expositivos. Los aprendizajes se ven reducidos *“a que los niños memoricen conceptos, hechos, leyes, fórmulas y ejercicios logrando una “educación” en la que el alumno tiene su cabeza repleta de conocimientos aislados*

y no se logra desarrollar su espíritu comprensivo, reflexivo e innovador” (Tacca, 2010, p. 143).

Se debe recordar que la visión actual del proceso de enseñanza consiste esencialmente en que las y los alumnos aprendan a aprender y considera sus intereses y conocimientos previos. Es tarea de las y los profesionales de la educación guiar este proceso de forma dinámica, sagaz y novedosa. Igual de importantes son las interacciones entre la y el maestro-alumno/alumna, se debe colocar al centro de la interacción comunicativa al alumnado, permitiendo la expresión de concepciones previas del tema, la aportación activa de sus ideas e incluso la equivocación en sus conceptos.

La y el docente debe ceder el protagonismo de la participación y relegarse al nivel de mediador del proceso. Es ideal retomar las concepciones del alumnado, organizar la información vivencial con coherencia, también apreciar la diversidad de opiniones y explicaciones. A su cargo estará formular preguntas que propicien el análisis y retroalimentación, además, debe requerir argumentos, opiniones y buscar consensos sin imponer sus puntos de vista (Flores, 2012).

El enfoque actual sobre la enseñanza de las ciencias ha exigido a las y los investigadores en materia de educación, al igual que a los y las docentes profesionales de la educación, replantear las estrategias implementadas para generar el conocimiento. Con base en lo ya expuesto, las concepciones teóricas que se proponen en planes y programas se consideran adecuadas. El principal conflicto se presenta durante el proceso metodológico y la dificultad implícita en el aprendizaje abstracto de los conocimientos de la materia y sus interacciones

(Nakamatsu, 2012), relacionado con las capacidades docentes para propiciar el aprendizaje.

Para solventar esta problemática se han observado nuevas estrategias metodológicas, algunos de los enfoques recomendados son: el aprendizaje contextualizado y la utilización de modelos. Sumado a estos, se incluyen propuestas con la implementación de recursos tecnológicos, cuya finalidad es llevar lo intangible al terreno de lo observable y manipulable.

Se ha resaltado la importancia del aprendizaje significativo y contextualizado, es innegable que se requieren contenidos diseñados desde lo cotidiano que faciliten la comprensión a partir de lo vivencial y práctico. Esta perspectiva es reforzada por estudios y análisis, como los realizados por Izquierdo (2004) donde pone en foco la necesidad de un cambio en lo curricular, metodológico y actitudinal hacia la forma de enseñar la química. Este autor propone un diseño universal para el aprendizaje de esta ciencia, que permita el acercamiento a las nociones científicas. Además, la implementación de modelos que converjan con el aprendizaje contextualizado como un mecanismo para el aprendizaje efectivo de la disciplina (Izquierdo, 2004).

La investigación realizada por Parga y Piñeros (2018), respalda la importancia del abordaje vivencial de esta asignatura, mediado por actividades de aprendizaje contextualizado en tres niveles: cotidiano, disciplinar y meta disciplinar. Los resultados indican avances en la capacidad para comprender las problemáticas, crear juicios, opiniones y argumentos desde la perspectiva de la química y su relación con la sociedad (Parga & Piñeros, 2018). Es importante tener en cuenta las características del medio y los requerimientos actuales en el proceso educativo, las

generaciones de ahora requieren de estímulos acordes al tiempo y contexto donde están inmersos. La tecnología se debe observar como una oportunidad para propiciar el conocimiento y atraer a las y los aprendices (Serres, 2015).

Con esta premisa, se han enfocado esfuerzos para implementar los avances digitales al estudio de esta disciplina con la utilización de las TIC. Layza, Andrade, Fabián y Torres (2022) muestran de una manera global los resultados de esta relación tecnológica con la enseñanza de la química. Los documentos revisados por Layza *et al.* (2022), convergen positivamente en el uso de las TIC para propiciar los aprendizajes en la asignatura de química en educación básica. Además, se observa mejoría en la disposición para el trabajo y percepción de esta, pues el uso de la tecnología permite clases más dinámicas y activas (Largo, Zulunga, López & Grajales, 2021).

Otras estrategias de aprendizaje han incluido tópicos vanguardistas como la implementación de la realidad aumentada para el estudio de la química (Merino, Pino, Meyer, Garrido & Gallardo, 2015). Esta herramienta permite abordar conceptos teóricos y visualizar estructuras que de otra manera no es posible, como el caso de la materia en su nivel atómico y subatómico (Merino *et al.*, 2014). También se han propuesto estrategias más habituales, como la utilización de imágenes que relacionan conceptos abstractos.

Este enfoque se fundamenta en el uso de imágenes acompañado de información como una herramienta que propicia una mejor comprensión de los contenidos. El sustento atiende a la denominada teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. Dicha teoría sostiene que el aprendizaje se beneficia con la utilización de recursos gráficos como imágenes (modelos), videos y otras fuentes de apoyo

visual, para la comprensión de conceptos teóricos (Raviolo, 2019). Esta propuesta puede ser trasladada a múltiples escenarios como el vivencial y digital, donde se permita la interacción entre los conceptos y su representación visual.

El reto central en el proceso enseñanza-aprendizaje de la química, radica en la necesidad de abandonar prácticas pedagógicas tradicionales que carecen de efectividad para lograr los fines del aprendizaje de esta disciplina. La química, con su compleja interrelación entre lo macro-micro-simbólico, requiere de enfoques metodológicos que faciliten su comprensión. La integración de estrategias didácticas contextualizadas, recursos digitales y colocar al centro del aprendizaje al estudiantado, contribuirá significativamente a rebasar las barreras y dificultades que han sido expuestas.

En el presente trabajo, es pertinente el diseño de actividades situadas que relacionen los conceptos teóricos con el medio y el conocimiento previo de alumnas y alumnos desde un espacio contextualizado en el mundo actual, por ello la propuesta metodológica con el uso de laboratorio cibertrónico es apropiada y acorde a los requerimientos expuestos.

2.2. Laboratorios cibertrónicos

2.2.1. Laboratorio cibertrónico

El panorama contemporáneo ha evolucionado enormemente en las últimas décadas. La tecnología ha propiciado una transformación monumental, moldea y redefine las características, habilidades y necesidades de los y las estudiantes. Sin embargo, la educación tradicional no ha cambiado al mismo ritmo, los entornos y

estrategias de aprendizaje no han sufrido transformaciones importantes. Las formas de enseñar actuales son similares a las empleadas hace más de 50 años, aunque la forma de aprender de las y los estudiantes están en constante evolución (Heppell, 1994).

El concepto de nativos digitales fue presentado por Prensky en el 2001, afirma que las generaciones a partir de 1980 se encontraban en una relación estrecha y profunda con las tecnologías digitales. Esta inmersión en las tecnologías ha moldeado a las y los actuales jóvenes y ha transformado completamente las formas de relacionarse con su entorno, con sus pares, transmitir información y desde luego la forma en la que adquieren los conocimientos y aprenden (Serres, 2015).

Queda claro que los educadores deben redefinir los métodos y estrategias para propiciar el conocimiento en el estudiantado y debe buscar estrategias innovadoras acordes a los requerimientos actuales. Las tendencias metodológicas convergen en un rasgo común, todas buscan que los educandos aprendan de manera autónoma y desarrollen habilidades para la resolución de problemas, mientras el profesor adquiere el rol de guía y orientador del proceso. El papel de la tecnología es facilitar este proceso de manera personalizada para cada alumno y alumna. Esto faculta a las y los profesores y las y los estudiantes formar una sociedad para un aprendizaje más personal que permita aprender a un ritmo propio (Presnsky, 2010).

En este contexto, los laboratorios cibertrónicos cobran importancia como una herramienta que satisface las exigencias teóricas de la educación innovadora y pertinente a las necesidades del siglo XXI. Se definen como espacios propicios para la investigación y experimentación en las áreas científicas, tecnológicas, técnicas y

otras, dotado de herramientas tangibles como intangibles que permiten la construcción del conocimiento favorecidas por recursos tecnológicos (Ruíz-Velasco, Domínguez & Bárcenas, 2017). Ruíz-Velazco escala en esta definición con la propuesta de laboratorio cibertrónico como:

“Un entorno rico de aprendizaje que permite la construcción de conocimientos en y desde la distancia (en vez de su repetición o reproducción); favorece una constante interacción del usuario con el mundo real favorece una constante interacción del usuario con el mundo real (acceso a bibliotecas, museo, archivo, recursos educativos, etc.); propicia la valoración y reflexión sobre los propios modelos mentales del usuario; admite la solución de problemas reales y contextualizados (aquí el conocimiento es una herramienta más que permite solucionar un problema o alcanzar un objetivo más amplio o general); privilegia la socialización del conocimiento en vez de la competencia y el individualismo; garantiza en todo momento la autoconfianza y autoestima por parte del usuario; promueve el aprendizaje significativo mediante la construcción de una visión personal de la realidad por parte del aprendiz” (Ruíz-Velasco et al., 2017, p. 114 a).

En estos laboratorios cibertrónicos se propician actividades didácticas con un enfoque constructivista y conectivista que fomenta la generación de conocimiento colectivo. Además, buscan establecer áreas de trabajo donde se facilite la observación, búsqueda e investigación, planeación, comprobación, experimentación y la interacción con objetos físicos o abstractos que colaboren con el aprendizaje (Ruíz-Velasco et al., 2017b). Estos espacios requieren una infraestructura mínima para ponerse en marcha, se pretende tener acceso a un equipo electrónico como computadora, tableta o celular con conexión a internet. Una característica de estos espacios es que no requiere de conocimientos avanzados en informática y requiere un mínimo de habilidades digitales para el uso (Ruíz-Velasco, Domínguez & Bárcenas, 2015).

Los laboratorios cibertrónicos permiten la reducción de la brecha digital, al dotar a los usuarios de un recurso incluyente, fomenta la innovación educativa y son autosustentables al no requerir un elevado recurso para su manutención. La pertinencia de los laboratorios cibertrónicos encuentra justificación desde la visión conceptual de la tecnopedagogía, que tiene como enfoque la incorporación de los medios digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje, para promover nuevas formas de adquirir el conocimiento. En esta dinámica de mutualidad entre docente y alumno, se genera un ambiente que permite la interacción y formación de redes que motivan el aprendizaje (De la Cruz, Ibarra & Rodríguez, 2023).

2.2.2. Experiencias de implementación

Dada la flexibilidad de los laboratorios cibertrónico, casi cualquier estrategia didáctica que involucre herramientas digitales y el ciberespacio para su desarrollo, entra en la categoría de laboratorio cibertrónico. Se debe tener en cuenta que estos espacios y metodologías propicien el trabajo colaborativo, los mecanismos investigativos que generan conocimientos y sean precursores de ambientes de aprendizaje óptimos y transformadores. Ruíz-Velasco propone una serie de ejemplos como el Notebook, Twitter, PowerPoint, Aplicaciones de Google, y el blog. Todos estos pueden ser aplicados desde el internet y son considerado como laboratorios cibertrónicos, a su vez, son adaptables y modificables según la especificidad del entorno material e inmaterial con el que se cuente.

La implementación de esta herramienta metodológica ha tenido como resultado el fortalecimiento en diversas áreas, Ruíz-Velasco reporta la puesta en

marcha de 6 laboratorios y planteó objetivos como propiciar la alfabetización digital, formar a los participantes en las TIC y el aprendizaje comunitario. Todos los laboratorios requirieron de los mínimos recursos disponibles como internet y computadora. Y los temas que se abordaron son tan diversos como las necesidades de los participantes, las características de cada laboratorio y su implementación se reportan en la Tabla 3 (Ruíz-Velasco *et al.*, 2017a).

El autor deja claro que cualquier recurso disponible en el ciberespacio puede ser empleado para convertirse en un laboratorio cibertrónico y despliega un abanico de posibilidades para su implementación, haciendo mención a algunas estrategias se encuentra a la realidad aumentada (Bustillo & Ferrer, 2022), el podcast (Jiménez & Luque, 2022), la creación de videos y plataformas para este fin (Martí, 2022), redes sociales como Facebook y WhatsApp (Leal, Flores, Lucio, González & Cabero, 2022), el aula virtual (Lara, 2022) y los simuladores educativos (Cabero & Costas, 2016).

Tabla 3. Aplicación de laboratorios cibertrónicos, Ruíz-Velasco

Laboratorio cibertrónico	País	Alumnos	Situación didáctica	Herramientas empleadas	Número de computadoras con internet	Número de profesores por laboratorio
Laboratorio 1	México FMVyZ	31	Volviéndonos Tecnólogos	Skype, chat, Facebook, Word, Cmap Tools, Websquest, aula virtual, blog.	31	2
Laboratorio 2	México Hospitales SSA	7	enfermería y tecnología	Skype, chact, email, Google docs.	5	1
Laboratorio 3	México Monterrey	17	Produciendo tecnología	Skype, chat, email.	12	1
Laboratorio 4	Canadá Vanier	30	Física recreativa	Skype, chat, Twitter, Facebook.	30	2
Laboratorio 5	Canada Dawson	19	Tecnología disfrutable	Skype, chat, Twitter, PowerPoint, blog.	19	2
Laboratorio 6	República de Panamá	24	Tecnología para todos	Skype, hangoust, chat, Facebook, Word, blog.	20	1
Total		132	6	10	117	9

Fuente: Ruíz-Velasco *et al.*, 2017a p. 100.

Cada uno de estos recursos digitales ha mostrado efectividad para el desarrollo de competencias específicas que corresponden a un área del conocimiento concreto. Por ejemplo, la búsqueda y selección de información, el trabajo colaborativo, socialización, creación de conocimiento y apropiación de este. La herramienta utilizada y su implementación responderán en función a las necesidades de los usuarios y el objetivo del aprendizaje.

La implementación de estas herramientas metodológicas ha mostrado evidencia positiva como precursora de espacios efectivos de aprendizaje, en estos se propicia un ambiente de cooperación e interacción y orienta al aprendiz a ser partícipe de su desarrollo. No se trata de resolver únicamente una instrucción, sino que, permite cuestionar, organizar, planificar, evaluar y controlar el proceso (Bárcenas, Ruíz-Velasco, Domínguez & Tolosa, 2015). Los laboratorios cibertrónicos, responden a una necesidad educativa creada por el cambiante contexto social del siglo XXI, e impacta profundamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Atienden a visiones como la innovación educativa, integración de las TIC, equidad y el aprendizaje diferenciado, además contribuye al acortamiento de la brecha digital pues capacita a los participantes en materia de alfabetización digital.

2.3. Diagnóstico de las habilidades relacionadas con el pensamiento crítico

Todo proceso educativo necesita ser evaluado, partiendo desde el diagnóstico que permite observar el nivel inicial de los aprendizajes, hasta determinar la valía y efectividad de mecanismo pedagógico. En lo propio a evaluar el pensamiento y las habilidades de este, es igualmente importante determinar el resultado de las estrategias implementadas para su fortalecimiento. En la tarea de medir las habilidades, aptitudes y conocimientos del pensamiento crítico, se requiere tener presentes dos requisitos, primeramente, una definición clara sobre esta faceta del pensamiento y segundo, un instrumento efectivo para su medición (Saiz & Rivas, 2008). El primer requerimiento ha sido abordado en el capítulo anterior, donde se

ha tratado de establecer una conceptualización sólida, aunque se comprende la dificultad para hacerlo, dada la variedad de visiones.

En este apartado se observa el segundo requerimiento, se trata del análisis y elección de la herramienta metodológica necesaria para evaluar el desempeño del mencionado pensamiento en el alumnado, pre y post intervención. La implementación de estos instrumentos dependerá de los requerimientos del investigador y características del grupo poblacional de estudio.

Para evaluar las condiciones hacia el pensamiento crítico y su nivel en el alumnado, se deben reconocer parámetros deseables en este grupo poblacional. Se pueden identificar cuatro elementos básicos en las habilidades y aptitudes hacia el pensamiento crítico, “*la reflexión, la evaluación de la información, el análisis de opciones y la creatividad*” (Ossa *et al.*, 2017, p. 20). Estos elementos y los subprocesos inmersos en ellos como el análisis de la información, la inferencia, la reflexión, deducción, valoración de argumentos, resolución de problemas y formación de juicios, deben estar presentes en la metodología diagnóstica elegida, al igual que en el instrumento para tal objetivo.

2.3.1. Instrumentos para la medición del pensamiento crítico

En la tarea de medir este tipo de pensamiento, la literatura reporta la implementación de múltiples instrumentos de carácter cualitativo y cuantitativo. Entre ellos se encuentran cuestionarios, test, entrevistas, observación directa, rubricas de evaluación y evidencias de trabajo (Calle, 2013). Estas herramientas de evaluación se distribuyen en dos ítems, aquellas que incluyen un formato de

respuestas cerradas y abiertas. Ambas muestran limitaciones, pero las primeras son objeto de críticas más severas, puesto que, la aplicación de preguntas formales, cuya respuesta consiste en afirmar o rechazar el argumento expuesto, no permite mostrar explícitamente los aspectos fundamentales del pensamiento (Saiz & Rivas, 2008).

De igual manera, los instrumentos abiertos tienen dificultades, especialmente con la objetividad de la valoración por la o el aplicador. Además, de la necesidad de respuestas profundas y argumentativas que reflejen la complejidad del mecanismo resolutorio propio del pensamiento crítico, no permiten la implementación de estos a niveles educativos inferiores a licenciatura, comprendidas las limitaciones de estos grupos de edad (Ossa *et al.*, 2017).

Otras ofertas instrumentales han pretendido solventar estas problemáticas desde una propuesta mixta, que busca profundizar en la evaluación del pensamiento, esto proporciona rigurosidad y objetividad desde apartados estandarizados y amplitud sobre el proceso mental inherente a la toma de decisiones, con la implementación de reactivos abiertos. Ossa *et al.*, (2017) profundiza en la comparación de los instrumentos usados para evaluar el mencionado proceso cognitivo en investigaciones contemporáneas. En este análisis, los autores resaltan el uso de ocho pruebas mayormente utilizadas. A partir de 97 artículos revisados entre los años 1980 y 2016, los autores examinaron a estos de acuerdo con dos variables. La primera selecciona aquellos estudios que presentaran datos de aplicación y validación de los instrumentos. Y segundo, rechaza aquellos que repitieron la prueba y omitían los datos de la población analizada.

Adicional a los instrumentos descritos, se han propuesto opciones para la medición del pensamiento crítico, como la propuesta por Ospina, Brand y Aristizabal (2017). Este estudio realizado en Colombia busca evaluar cinco dominios relacionados con este pensamiento: 1. inferencia, 2. evaluación, 3. argumentación, 4. análisis y 6. interpretación. A través de una escala estructurada por 65 ítems que otorga un valor con base en una escala de 0 a 100. El formato de aplicación es de carácter cerrado con opciones preestablecidas para su respuesta. La población de estudio consiste en alumnos de nivel licenciatura (Ospina *et al.*, 2017).

Otra aportación a las técnicas y estrategias de evaluación de este proceso cognitivo es sugerida por Calle y Gerzon (2013). Los investigadores plantean analizar las capacidades críticas reflejadas en la producción de textos digitales en estudiantes de entre 16 y 19 años. El mecanismo de evaluación se trata de una escala de observación estructurada en 30 acciones a revisar en la escritura digital. Las habilidades observadas son cuatro: 1. establecimiento de una posición frente a un tema, 2. construcción de argumentos, 3. planteamiento de conclusiones y 4. autorregulación (Calle & Gerzon, 2013). El concentrado de estrategias para evaluar el pensamiento crítico se muestra a continuación en la Tabla 4.

En los últimos años se han realizado esfuerzos por acordar un mecanismo que permita determinar las capacidades para el pensamiento crítico, sin embargo, la gran mayoría de estos están enfocados a población universitaria o superiores. Asimismo, no observan las características propias del contexto que han de ser evaluadas, en este sentido, la mayoría de las propuestas no son creadas para población latinoamericana, esto propicia un sesgo en la evaluación.

Tabla 4. Análisis de instrumentos para evaluar el pensamiento científico.

Instrumento	Autor	Año	Dimensiones evaluadas	Población	Tipo de muestra	No. De ítems
Watson-Glaser Critical Thinking Assessment (WGCTA)	Watson & Glase	1980	1. Inferencia. 2. Reconocimiento de supuestos. 3. Deducción. 4. Interpretación. 5. Evaluación de argumentos	Universitarios y adultos	Cerrada	80
California Critical Thinking Skills Test (CCTST)	Facione	1990	1. Interpretación. 2. Inferencias. 3. Análisis. 4. Evaluación. 5. Explicación	Pregrado y posgrado	Cerrada	34
California Critical Thinking disposition inventory (CCTD)	Facione	2001	1. Credibilidad. 2. Mentalidad abierta. 3. Capacidad Análisis. 4. Sistemática. 5. Confianza en Razonamiento. 6. Curiosidad. 7. Madurez de Juicio	Pregrado y posgrado	Cerrada	75
Cornell Critical Thinking Test (CCTT)	Ennis & Millman	1985	1. Argumentación. 2. Inducción. 3. Deducción. 4. Credibilidad. 5. Semántica. 6. Definiciones. 7. Predicción	Estudiantes entre 9 y 18 años	Cerrada	62
Tareas de pensamiento crítico (TPC)	Miranda	2003	1. Indagación. 2. Análisis. 3. Comunicación.	Universitarios y adultos	Abierta	14
Halpern Critical Thinking Assessment using Everyday Situations (HCTAES)	Halper	2006	1. Razonamiento verbal. 2. Análisis de argumentos. 3. Prueba de hipótesis. 4. Probabilidad e incertidumbre. 5. Toma de decisiones/resolución de problemas.	Universitarios y adultos	Mixta: Abierta y cerrada	50
Test de Pensamiento Crítico (MEC Paraguay)	Servicio Nacional de Evaluación del proceso educativo	2006	1. Silogismos. 2. Proposiciones condicionales. 3. Identificación de supuestos. 4. Diferenciación entre hechos y opiniones. 5. Inferencias a partir de datos. 6. Interpretaciones de situaciones, escenas, lúdicas o conflictivas.	Universitarios y secundaria	Mixta: Abierta y cerrada	6
PENCRISAL (Pensamiento crítico Salamanca)	Rivas & Saiz	2012	1. Razonamiento Inductivo. 2. Razonamiento Deductivo. 3. Razonamiento. 4. Práctico. 5. Toma de decisiones. 6. Resolución de problemas.	Universitarios y adultos	Abierta	35
Escala de evaluación estructurada	Calle & Gerzon,	2013	1. Establecimiento de una posición frente a un tema. 2. Construcción de argumentos. 3. Planteamiento de conclusiones.	Estudiantes 16 a 19 años	Abierta	N/A
Índice de medición del pensamiento crítico (IMPC)	Ospina <i>et al.</i>	2017	1. Autorregulación 2. Inferencia. 3. Evaluación. 4. Argumentación. 5. Análisis. 6. Interpretación.	Universitarios	Cerrada	65

Fuente: elaboración propia, a partir de: Ossa *et al.*, (2017), Calle & Gerzon (2013) y Ospina *et al.* (2017)

Otro aspecto importante para considerar es que las pruebas clásicas (CCTT, HCTAES y CCTD) son las más utilizadas en estudios que evalúan el pensamiento crítico, sin embargo, fueron diseñadas para una población anglófona. Se ha tratado resolver este problema a través de trabajos de adaptación, traducción y contextualización de algunos instrumentos. Una de estas adaptaciones es la propia prueba PENCRISAL que tiene como base la propuesta de Halper (2006), que, como cambios significativos, las preguntas son estructuradas con un lenguaje claro y natural. Además, el formato de respuesta es abierto (Rivas & Saiz, 2012).

Se ha expuesto una variedad de instrumentos que tiene el mismo objetivo, determinar el nivel en este proceso cognitivo. En resumen, se carece de un instrumento contextualizado y probado en el nivel educativo del presente estudio. Instrumentos adaptados como el PENCRISAL permiten solventar esta necesidad, sin embargo, para responder cada ítem, requiere de utilizar herramientas cognitivas avanzadas, desde luego que esta es la primicia para evaluar un pensamiento superior como el crítico, pero en el nivel de educación básica se encuentran dificultades para entrar en este campo del pensamiento, derivado del estado de desarrollo (Piaget, 1968, como se citó en Valdés, 2014) propio del alumnado.

En la ocupación de elegir un método e instrumento para evaluar al pensamiento crítico en la investigación en curso, se opta por el CCTT propuesto por Ennis y Millman (2013). Su justificación se encuentra primeramente dada su trayectoria en esta tarea, pues es este autor quien probablemente tiene mayor experiencia en la formulación de instrumentos para este fin (De-Juanas, 2013). Adicional a esto, la herramienta está diseñada para el rango etario de interés,

específicamente la prueba CCTT en su nivel X, que atiende a una población de entre 9 y 18 años.

Este instrumento ofrece también, un análisis rápido y es conveniente en poblaciones con un número importante de participantes. No obstante, se comprenden sus limitaciones, lo que invita a revisar y sugerir adaptaciones necesarias para el contexto de análisis. Complementario a este utensilio de evaluación, se integran ítems de respuesta abierta que permitan evaluar de manera cualitativa su desempeño.

De igual manera, se ha considerado que para un adecuado diagnóstico de estas habilidades, es importante observar en profundidad el proceso cognitivo y no basta obtener únicamente un valor numérico referencial sobre el desempeño (Saiz & Rivas, 2008). Esto se logra desde la implementación de un instrumento cualitativo diseñado con la finalidad de observar de forma estructurada las dimensiones de este pensamiento. La utilización de ambos instrumentos busca solventar sus limitaciones y entregar una evaluación competente en la observancia de un proceso cognitivo complejo como lo es el pensamiento crítico.

CAPÍTULO III

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN

El último capítulo de esta tesis tiene como centro desarrollar el proceso metodológico que fue implementado en la investigación. Asume como objetivo evaluar los alcances de una intervención didáctica basada en el método científico como mecanismo promotor del pensamiento crítico en las y los adolescentes de secundaria. Su estructura corresponde con tres momentos clave que describen el curso de acción tomado en la investigación. En el primer apartado se aborda la metodología empleada que incluye la descripción del enfoque metodológico, el cual tiene como objetivo evaluar el desarrollo del pensamiento crítico en las y los alumnos de nivel secundaria.

Posteriormente, se expone una contextualización del entorno educativo y social en el que se desenvuelven las y los alumnos como un aspecto importante a considerar en el diseño de la secuencia didáctica, especialmente bajo la implementación de recursos tecnológicos como lo son los laboratorios cibertrónicos. De igual forma, son presentados los instrumentos utilizados para medir las habilidades relacionadas con esta faceta del pensamiento, esto otorga valía a su pertinencia en este trabajo.

En el último apartado son mostrados y analizados los resultados de la intervención, con una medición del nivel en el desarrollo del pensamiento crítico en las y los adolescentes de nivel secundaria tras la intervención didáctica. Además, se exponen las reflexiones sobre los mismos y retos encontrados en el desarrollo

metodológico del estudio. En conjunto estos apartados buscan establecer un entendimiento profundo del diseño y alcances de una intervención didáctica cuyo objetivo es la promoción de habilidades cognitivas del orden superior como lo es el pensamiento crítico.

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Diseño de la investigación

La metodología elegida para el presente estudio se define como mixta, determinada como aquella investigación que *“pretende conjugar los procedimientos de la investigación cuantitativa con los de la investigación cualitativa”* (Ñaupas, 2018, p. 400), esta permite obtener evidencias más completas que integran ambas ramas metodológicas, las cuales por sí mismas, no pueden hacerlo (Sadan, 2014). Además, permite un mejor entendimiento de las habilidades y sub-habilidades del pensamiento crítico. El diseño es cuasiexperimental, que tiene la característica de aplicarse *“a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatoriamente, pero pueden manipularse la variable experimental”* (Hernández et al., 2006, p, 203, como se cita en Ñaupas, 2018), con la aplicación de una evaluación a un grupo control y de estudio en dos momentos, antes de la intervención y posterior a la misma (pre test y un post test).

La población con la que se trabajó fueron estudiantes que cursan el tercer año de secundaria, esta población tiene la particularidad de encontrarse en edades de entre los 14 y 16 años; según Piaget (1981), este intervalo pertenece a la etapa de las operaciones formales, referida a partir de los 12 años, lo que se traduce en

un mejor dominio de las habilidades para formular ideas abstractas o deductivas, dichas características permitieron una mejor comprensión de los instrumentos de evaluación y la metodología aplicada.

Los estudiantes pertenecen al municipio de Ojocaliente Zacatecas, inscritos en la Secundaria General Ignacio Zaragoza, institución que atiende niñas, niños, adolescentes y jóvenes que provienen tanto de comunidades rurales como de la zona urbana, su matrícula consta de 650 alumnos y alumnas, aunque para esta aplicación metodológica se tiene en cuenta únicamente 50 participantes, divididos en un grupo control, denominado 3°F, conformado por 25 estudiantes y 3°C como grupo de estudio formado por 25 sujetos de estudio.

El instrumento utilizado para evaluar el dominio de habilidades del pensamiento crítico se trata del Cornell of Critical Thinking Test (CCTT), (ver Anexo A) propuesto por Ennis (1993) en su nivel X, esta versión fue diseñada para niñas, niños y jóvenes entre 9 y 18 años, edades en las cuales se encuentran los sujetos a evaluar. Fue aplicado de manera simultánea en ambos grupos al inicio del estudio, en un segundo momento se puso en marcha una intervención didáctica para el grupo experimental, basada en la metodología científica. Se utilizó una serie de actividades diseñadas que propician una red de aprendizaje virtual denominada, laboratorios cibertrónicos (Sanchez, 2017).

Como plataforma elegida para esta intervención se optó por WhatsApp, puesto que cumple con los requerimientos para considerarlo como un laboratorio cibertrónico, sumado a la familiaridad con el uso que presentan las y los alumnos. También es importante evaluar esta plataforma como un instrumento educativo, dada la inmediatez, accesibilidad y versatilidad que está presenta en la actualidad,

a pesar de que, no ha sido diseñada para tal fin. Posterior a la intervención se realizó nuevamente la prueba para determinar los efectos de esta.

Para el enfoque cualitativo se optó por el diseño y aplicación de un instrumento denominado Instrumento Cualitativo para Evaluar el Pensamiento Crítico (ICEPC), este tipo de recurso permite por sus características que puedan ser introducidas algunas otras preguntas que completan los vacíos en la información (Ñaupas, 2018). Fue aplicada en ambos grupos antes y después de la intervención, constó de 3 ítems que permitieron evaluar las sub habilidades del pensamiento crítico en situaciones contextualizadas. La evaluación de las entrevistas fue mediante la utilización de una escala de valoración cualitativa.

La aplicación práctica del estudio se realizó durante los primeros dos trimestres del ciclo escolar 2024-2025 de acuerdo con el calendario escolar proporcionado por la SEP.

3.1.2. Habilidades del pensamiento crítico en estudiantes de secundaria

En los primeros apartados del presente estudio, se ha fundamentado la relevancia del pensamiento crítico como una cualidad necesaria de propiciar en las y los alumnos. Esta permitirá sortear y resolver los desafíos implicados en diversos ámbitos como el social, intrapersonal, académico y moral o ético. Para realizar una intervención pertinente que permita fortalecer la mencionada habilidad, es necesario establecer un punto de partida que considere todos los aspectos que intervienen en el proceso de aprendizaje del alumnado.

De esta tarea se encarga el diagnóstico educativo, definido como un proceso de acciones secuenciadas y organizadas, que, a través de instrumentos y técnicas adecuadas, permite adquirir información tanto general como acotada según lo requerido. Su objetivo central consiste en establecer la vía de actuación para el proceso enseñanza-aprendizaje (Hernández, 2015). En este apartado se observa al contexto social y educativo por su influencia en el aprendizaje del estudiantado. En suma, se consideran las habilidades del pensamiento crítico a través de un instrumento de valoración, con observancia en habilidades inmersas en la señalada faceta cognitiva.

3.1.2.1. Descripción del entorno social y educativo

El estudio de la influencia del contexto en el logro de los aprendizajes ha sido abordado por varios autores, uno de los teóricos más destacados en el estudio del contexto y su influencia en el proceso educativo es Vygotsky (1978). Su teoría del “aprendizaje sociocultural”, sostiene que el aprendizaje es un proceso social que se desarrolla a través de la interacción con el entorno cultural, social y educativo del individuo (Vygotsky, 1978). El contexto es el punto de partida para formar experiencias positivas o negativas que promueven la formación de los individuos, la interacción con la sociedad, *“así como la ocupación familiar, las condiciones de la vivienda, la salud, la calidad del ambiente escolar, familiar y el soporte proveniente de las distintas redes sociales que rodean la infancia influyen en diversos dominios cognitivos”* (Benítez, Díaz & Justel, 2023, p. 4).

Derivado de lo anterior, la ocupación educativa debe considerar las realidades que rodean a las y los estudiantes, buscar estrategias didácticas

apropiadas para sortear estos desafíos permite hacer del aprendizaje una situación relevante y significativa asociada con el contexto. En los párrafos consecuentes se describen los aspectos contextuales a considerar para el diseño y aplicación de la presente intervención.

3.1.2.2. Entorno social

La Escuela Secundaria General Ignacio Zaragoza, situada en el municipio de Ojocaliente, Zacatecas, refleja las características de un entorno mixto, pues una parte del alumnado es originario de las comunidades del municipio, mientras que el grueso de la población estudiantil es perteneciente a colonias propias de este asentamiento. Está ubicada entre las avenidas Cervantes Corona y Cartero, en la colonia Luis Reyes. Las familias de los y las alumnas que forman parte de esta institución, en su mayoría pertenecen al nivel C y C- de la estratificación social, basado en índice de nivel socioeconómico propuesto por la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación (AMAI) de mercados y opinión pública.

Este índice se construye en función de indicadores como escolaridad del jefe de hogar, número de dormitorios y baños, acceso a automóviles, conectividad y tecnología con la que cuentan (ver Anexo B). Parámetros que son relevantes para el presente estudio, puesto que se busca el empleo de tecnología para tal.

Se observan fenómenos sociales como la migración laboral e inestabilidad familiar que contribuyen a las problemáticas del entorno. Las principales actividades económicas para generar recursos en las familias del municipio reportadas por la Secretaría de Economía (SE) son: empleados de ventas, despachadores y

dependientes de comercios (8.7%), trabajadores de apoyo en actividades agrícolas (8.23%) y comerciantes en establecimientos (5.1%).

En contraste, actividades gerenciales y profesionales se encuentran en porcentuales inferiores al 2%, por ejemplo, docente de educación primaria (1.9%) y jefe de recursos humanos (0.3%). Se subraya la distribución por sexo de individuos inmersos en actividades productivas, corresponde a los hombres un 61.8% y mujeres 38.2%. Las percepciones económicas de las familias del municipio se encuentran en el rango de 4.41k a 6.82k, acorde al nivel socioeconómico descrito (SE, 2024).

Respecto a los niveles de escolaridad del municipio, la educación secundaria es quien tiene los mayores índices porcentuales, con un 42.1% de la población que ha culminado este grado. Se observa un mayor número de mujeres que finalizaron sus estudios en este nivel correspondiente al 23.6%, en contraste con el 18.4% de hombres. El nivel de estudios de licenciatura y superiores en la población de Ojocaliente alcanza el 8.05%, mientras que posgrados y especialidades se reduce a menos del 1% (SE, 2024). El entorno municipal enfrenta serios desafíos vinculados con el consumo de alcohol, sustancias psicotrópicas y delincuencia. En Zacatecas la percepción de inseguridad por parte de la población mayor a 18 años fue 89.3% (INEGI, 2024), lo que refleja parte del contexto social donde se desenvuelven las y los estudiantes.

3.1.2.3. Entorno escolar

La clasificación interna de la escuela se define como formal de organización completa. Integrada por dos turnos, matutino y vespertino, que brinda atención a un total de 694 alumnas y alumnos, distribuidos en 26 grupos, divididos en 18 matutinos y 8 vespertinos. La infraestructura escolar se compone de 26 aulas, 2 laboratorios, 7 talleres y 3 espacios destinados para actividades deportivas. Se aclara que la mayoría de los espacios como laboratorios y talleres tienen los recursos mínimos para desarrollar las actividades de aprendizaje. El personal se compone de 68 miembros, desglosados en 38 docentes, 3 laboratoristas, 1 médico escolar, personal de apoyo y administrativo con 26 integrantes. Los materiales audiovisuales y tecnológicos son pocos e insuficientes para los requerimientos del servicio, se tienen 7 proyectores y solo un área para conexión a internet de manera pública. El clima escolar se ve afectado por factores como violencia, discriminación, clasismo y desigualdad, aunque se realizan esfuerzos por abatir estas situaciones, las acciones escolares resultan insuficientes para dar solución a estos.

En lo académico, el principal desafío consiste en la generación de ambientes de aprendizaje apropiados para el desarrollo del proceso educativo. Por consiguiente, se tiene dificultad para lograr que las y los alumnos participen de manera activa en su aprendizaje. Un enfoque contextualizado que considere las realidades de las y los estudiantes y que proporcione un ambiente de apoyo, seguridad, sumado a estrategias didácticas innovadoras, es vital para propiciar en los discentes el desarrollo de habilidades relacionadas con la toma de decisiones y resolución de problemas. En consecuencia, permitan intervenir en su entorno de manera efectiva con el objetivo de atender los conflictos de este.

3.2. Instrumentos para la recolección de información

3.2.1. Instrumento Cualitativo para Evaluación del Pensamiento Crítico (ICEPC)

Para el análisis cualitativo, se diseñó una herramienta conformada por tres tareas, contempladas para evaluar dimensiones implícitas en la toma de decisiones mediadas por el pensamiento crítico, denominado ICEPC. La primera de ellas se enfoca en observar la capacidad para seleccionar y analizar la información, además de valorar los argumentos expuestos. La tarea número dos, permite apreciar las aptitudes para inferir respuestas y crear suposiciones (hipótesis), así como la jerarquización de información. Finalmente, la tercera tarea, se ha diseñado con el objetivo de evaluar el mecanismo para la toma de decisiones, esta incluye el análisis de la información, la reflexión, la capacidad de inferir, la formación de un juicio y la resolución de problemas.

El instrumento se realizó con una perspectiva en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), puesto que cada una de las tareas tiene un enfoque específico a los canales de adquisición del conocimiento. La primera atiende a la habilidad lectora; la segunda tiene en cuenta las características visuales y gráficas ;la tercera se enfoca en los procesos auditivos y verbales. En conjunto, el instrumento tiene la pretensión de permitir a las y los estudiantes ser evaluados desde estilos y capacidades diversas, para demostrar su competencia en el pensamiento crítico.

La primera tarea del instrumento busca observar la capacidad para discernir entre argumentos comprobables y aquellos que no tienen un sustento científico. Parte de una lectura de análisis sobre un tema conocido, el texto presenta

argumentos validados, así como afirmaciones fundamentadas en creencias populares

La segunda tarea evaluativa está centrada en valorar la cualidad para realizar inferencias, a través de la formulación de supuestos (hipótesis). Esta habilidad permite realizar predicciones de las posibles respuestas a cualquier cuestionamiento, facultando a los individuos críticos para anteponerse a las eventualidades, dificultades o aciertos en la toma de decisiones y resolución de problemas (Paul & Elder, 2005). Para evaluar esta característica del pensamiento crítico, se implementó una serie de cuestionamientos que parten del análisis de información estadística sobre un tema de conocimiento general.

Las y los alumnos deben realizar conjeturas fundamentadas en dicho análisis y justificar estas de forma estructurada para manifestar aptitudes en esta faceta del proceso cognitivo. En suma, se solicita el diseño de un elemento gráfico que atienda a las habilidades visuales y artísticas de aquellas y aquellos estudiantes que tengan desarrollada esta cualidad y prefieren este canal de comunicación sobre la producción de elementos escritos. Esta propuesta tiene como meta eliminar el sesgo, producto de la dificultad de alumnas y alumnos para mostrar sus ideas y pensamiento a través de productos manuscritos.

Para concluir el trabajo de evaluar inicialmente las aptitudes y habilidades para el pensamiento crítico en alumnas y alumnos de nivel secundaria, se diseñó la tarea 3. Para ésta se buscó un formato de aplicación y respuesta que permitiera a aquellos con mayor afinidad a lo verbal y auditivo mostrar de forma eficiente su pensamiento. Dicha tarea se trata de un audio y/o video que narra una situación hipotética, busca observar el proceso para tomar decisiones y resolver un problema.

Además, incluye en su evaluación la facilidad para realizar inferencias y supuestos, así como reconocer las consecuencias de sus acciones, crear puntos de vista personales fundamentados en la evidencia y por último la capacidad para argumentar su decisión (Paul & Elder, 2005) (ver Anexos C y D).

La agrupación de los resultados se realiza de acuerdo con una escala de desempeño, respaldada por una rúbrica de evaluación de las habilidades principales para el pensamiento crítico y/o toma de decisiones evaluables en el instrumento. Por último, se estableció un valor máximo posible para cada aspecto es de 4 puntos (ver Anexo E).

3.2.2. Cornell of Critical Thinking Test (CCTT)

El instrumento cuantitativo utilizado para evaluar el dominio de habilidades del pensamiento crítico se trata del *Cornell of Critical Thinking Test (CCTT)* propuesto por Ennis (1993) en su nivel X. Se trata de la edición número cinco, revisada y publicada en el 2005, esta versión fue diseñada para niñas, niños y jóvenes entre 9 y 18 años, edades en las cuales se encuentran los sujetos a evaluar. La prueba se conforma de 71 reactivos de opción múltiple donde cada pregunta tiene tres posibilidades de respuesta de la cual solo una es la correcta. Estos ítems fueron diseñados para inferir en tres características principales del pensamiento crítico: a) pensamiento inductivo (ítems 3-25); b) observación y juicio de la credibilidad de las fuentes de información (ítems 27-50); c) pensamiento deductivo (ítems 52-65) y d) identificación de supuestos (ítems 67-76).

La prueba elegida, consiste en el análisis de una situación hipotética, que permite a través de preguntas estructuradas observar la capacidad de las y los

alumnos hacia el pensamiento crítico. Cada uno de los apartados de la prueba se relacionan con las habilidades de interés para ya citado tipo de pensamiento. La CCTT fue diseñada para una aplicación de 50 minutos aunque se deja claro por parte de los autores que puede ser dividida en dos momentos si se usa en niveles de educación básica. Es importante señalar que el instrumento en mención ha sido validado por pruebas estadísticas en cada una de las variables como tiempo de aplicación, correlación y confiabilidad de los ítems.

Para la aplicación en este estudio, el documento original fue traducido mediante una Inteligencia Artificial (IA) generativa, específicamente se trató de Chat GPT. En suma, esta traducción fue verificada por un experto en el idioma inglés y un docente de español de educación secundaria, con la finalidad de validar que tanto la traducción como la sintaxis sean claras. Para ser pertinentes con la propuesta de intervención, que se fundamenta desde lo digital, la referida prueba se trasladó hacia un formulario de Google. Por último la clasificación de los resultados atiende a un puntaje numérico máximo de 71 puntos.

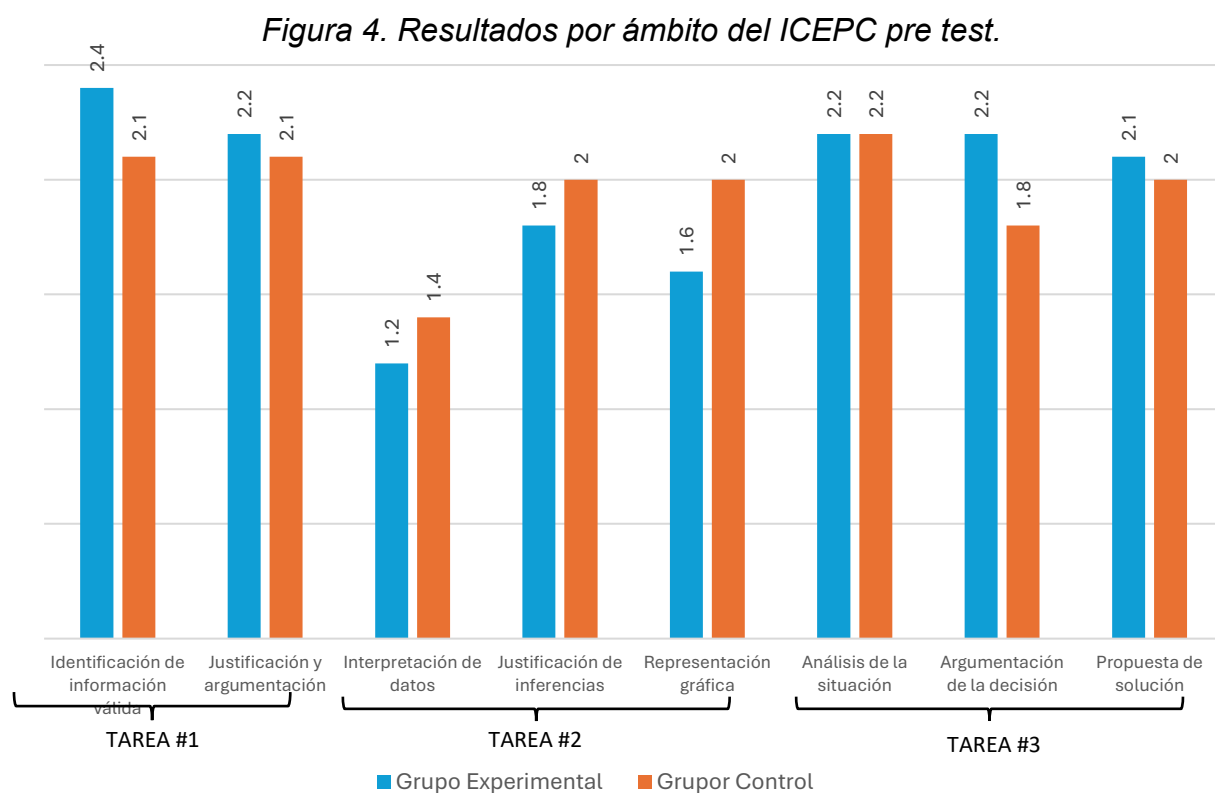
3.3. Diagnóstico

3.3.1. ICEPC pre test

Como fue descrito con anterioridad, se aplicó el ICEPC como mecanismo cualitativo para el diagnóstico del pensamiento crítico previo a la intervención didáctica. El instrumento se diseñó con énfasis en tres áreas relacionadas a las habilidades críticas. Las respuestas a los cuestionamientos indican que las y los alumnos de nivel secundaria son competentes en *identificar los argumentos* respaldados por un

proceso de investigación previa. Esta cualidad es vital para un óptimo pensamiento crítico, permite estimar la veracidad de la información, opiniones y razones, así como, juzgar la credibilidad de la fuente e información que esta proporciona (Facione 1990, como se citó en López 2012 y Ennis, 2011). De igual manera, la capacidad para *descartar los supuestos* que carecen de un sustento comprobable se encuentran en un desarrollo intermedio. Aun y cuando pueden identificar fuentes fiables de información basan su elección en simple intuición, puesto que no expresan o carecen de argumentos que respalden la misma.

Los resultados obtenidos en esta área son similares en ambos grupos de estudio. Con un valor superior al rango medio de la escala de evaluación, es decir se encuentran en el nivel de regular, los resultados se pueden observar en la Figura 4.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

A continuación, se presentan los cuestionamientos que conforman la tarea 1 y algunos ejemplos de respuestas de parte de alumnas y alumnos participantes en esta evaluación del pensamiento crítico, ver Tabla 5.

Las y los estudiantes que piensan críticamente no les basta con realizar inferencias y predicciones. Además, son capaces de evaluar estas suposiciones y pueden discriminar entre aquellas que son justificables y aquellas que no lo son. Consideran que sus concepciones hipotéticas son influenciadas por agentes del pensamiento externo como los prejuicios, estereotipos y tendencias, además deja fuera de forma activa del asunto predictivo estos elementos que distorsionan el resultado del análisis y formulación de conjeturas (Paul & Elder, 2005).

Las respuestas de las y los alumnos evaluados pueden agruparse en dos apartados, primeramente, aquellos que indican una incapacidad para crear conjeturas, las respuestas que se encuentran en este grupo son simples y no se relacionan con los datos observados. Además, carecen de un sentido causal lógico, no son detalladas e incluyen prejuicios, lo que interfiere con el objetivo. El segundo grupo de respuestas muestra una capacidad inicial para *crear supuestos* que responden a la problemática que se analiza, las hipótesis formuladas indican de manera superficial los motivos del problema, sin embargo, carecen de una estructura consistente con la evidencia.

Además, las y los estudiantes que pertenecen en este grupo, integran al proceso predictivo justificaciones desde su contexto y experiencias propias, que es una muestra de la dificultad que presentan para apartar del proceso los juicios personales, estereotipos y tendencias, la información se muestran gráficamente en la Tabla 6. Los resultados de la evaluación se observan por debajo del valor medio,

en áreas como la capacidad para análisis e interpretación de datos así como la formulación de conjeturas basadas en los mismos. Con relación a las habilidades *artísticas y gráficas*, las y los alumnos de forma mayoritaria (salvo algunas excepciones), presentaron diseños simples que pretenden ejemplificar las propuestas hipotéticas. Por lo tanto, no es posible observar claramente una preferencia o habilidades destacadas para transmitir el pensamiento a través de este canal de comunicación.

Tabla 5 . Análisis descriptivo de la tarea #1 del ICEPC.

PREGUNTA	OBJETIVO DEL CUESTIONAMIENTO	EJEMPLO DE RESPUESTA	OBSERVACIONES
a) Con base en la lectura anterior, ¿cuáles son las principales causas de diabetes tipo 1 y tipo 2?	Identificar la capacidad para discernir entre información validada y aquella que carece de sustento.	Ejem. 1. “En mi opinión creo que los adultos adolescentes toman y fuman para llamar la atención” (3C-A10). Ejem. 2. “Pues que se consumió más, hay más adolescentes consumiendo alcohol y pues que mal por ellos, simplemente se están haciendo más tontos” (3F-A23).	Resaltan la valía de fuentes comprobables de información
b) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones consideras que tiene mayor validez? 1. “Algunas personas afirman que un gran susto o una impresión fuerte pueden desencadenar la diabetes.” 2. “Es un hecho conocido que factores como la genética, el sobrepeso y un estilo de vida sedentario aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2.”	Observar la habilidad para juzgar información y su fuente.	Ejem. 1. “Es un hecho conocido que factores como la genética, el sobrepeso y un estilo de vida sedentario aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2.” (3C-A6). Ejem. 2. . “Es un hecho conocido que factores como la genética, el sobrepeso y un estilo de vida sedentario aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2.” (3F-A4).	Identifican y juzgan las fuentes confiables de información.
Explica ampliamente el motivo de elegir esta opción.	Indagar en la formación de argumentos y criterio propio.	Ejem. 1. “La opción 2, ya que está hecha a base de estudios y argumentos científicos” (3F-A22). Ejem. 2. “La opción 1, como intro aparece Algunas personas afirman” pero la 2da opción dice “ Es un hecho conocido, aparte de eso, la segunda opción tiene más explicación” (3F-A8).	Se observan facultades para apropiarse de la información y crear un criterio, opinión o juicio personal.
Explica ampliamente el motivo de rechazar la otra opción.	Indagar en la formación de argumentos y criterio propio.	Ejem. 1. “Decidí rechazar la primera opción porque no se me hizo un motivo real que solo un susto pueda causar diabetes” (3C-A22) Ejem. 2. “No escogí la opción 1 porque solo son mitos o creencias de la gente, también no está comprobado científicamente. Entonces no hay manera de que estas creencias sean verdad” (3F-A11)	Fundamentan su elección, con base en un valor de credibilidad.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

Tabla 6. Análisis descriptivo de la tarea # 2 del ICEPC.

PREGUNTA	OBJETIVO DEL CUESTIONAMIENTO	EJEMPLO DE RESPUESTA	OBSERVACIONES
a) Con base en los datos revisados, ¿qué puedes decir sobre el consumo de alcohol en los últimos 20 años?	Observar aptitudes para análisis de información y jerarquización de datos.	Ejem. 1. “Que consumen alcohol porque es más barato, aunque no miden las consecuencias o porque hay promociones o porque se los dispara.” (3F-A24). Ejem. 2. “Que desde 2016 a 2024 los adolescentes empezaron a tomar demasiado, probablemente porque tenían muchos problemas y querían escapar de la realidad” (3C-A20).	Resaltan la valía de fuentes comprobables de información.
b) Escribe 3 posibles causas o motivos que se relacionen con los datos anteriores. Puedes utilizar datos e interpretaciones propias de tu contexto para proponer las explicaciones.	Observar el nivel de desempeño en la creación de conjeturas e hipótesis.	Ejem. 1. “a) los padres no les enseñan la educación, b) Los de la tienda se los venden sabiendo que son niños” y c) los niños de ahora son más rebeldes.” (3C-A7). Ejem. 2. “a) porque está muy barato el alcohol, b) porque te pueden disparar el alcohol y c) No completado” (3F-24).	Son capaces de realizar conjeturas, sin embargo tiene dificultad para argumentar sus propuestas.
c) Elige una de tus explicaciones y escribe una justificación que ejemplifique ampliamente la razón o motivos por la cual los adolescentes consumen alcohol. Puedes usar datos, ejemplos y hechos de tu comunidad para dejar en claro el porqué de tu suposición.	Indagar en aptitudes para transmitir su pensamiento de forma clara y profunda,	Ejem. 1. “Muchos y muchas amistades solo están contigo para que ti les compres alcohol y no les basta hasta que tú también lo hagas, te guste y ya no lo compres porque te dicen sino porque tú no quieres” (3F-A15). Ejem. 2. “Que no le habla nadie” (3F-A15).	Presentan dificultades para estructurar los argumentos, incluyen vivencias y posturas personales sobre el tema
d) Realiza una representación o dibujo sobre la explicación y los motivos por los cuales las y los adolescentes consumen alcohol.	Observar la capacidad para transmitir su pensamiento de manera ordenada y profunda desde una representación gráfica y/o artística.	No aplica	No existen evidencia de cualidades artísticas destacables. O indicios de que este canal sea preferible sobre otros para transmitir el pensamiento.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

Al caracterizar esta faceta del pensamiento, se ha dejado entrever que requiere de una intencionalidad para realizarlo, es decir, el proceso para resolver un problema de manera crítica, demanda de recursos cognitivos, tiempo y atención al proceso. Por lo ya planteado, es probable que las y los adolescentes evidencien sus habilidades para el pensamiento crítico en situaciones que consideren útiles o sean de su agrado (Halpern, 2013). Con esta premisa, la tarea 3 plantea una situación contextualizada en los intereses de las y los alumnos. En suma, se relaciona con aspectos socioemocionales, puesto que este pensamiento es aplicable en todas las áreas del individuo que requieren formar una postura y tomar decisiones.

Los resultados muestran una capacidad reducida para inferir a las posibles explicaciones de la problemática planteada, esto refuerza el resultado de la tarea 2, anteriormente expuesta. De igual manera, se observa poco desarrollo en el reconocimiento de las preconcepciones personales y la aplicación razonada de su punto de vista. Este aspecto es clave para las y los estudiantes que piensan críticamente, consiste en evaluar de manera pertinente los puntos de vista externos e internos, esto permite una visión global *“que busca el modo más flexible y sin prejuicios, de ver una situación, y que evita una mentalidad sociocéntrica estrecha...”* (Paul & Elder, 2005, p. 29), en la resolución de problemas.

Otro estándar para este pensamiento se trata de la *capacidad para reconocer las implicaciones y consecuencias derivadas del accionar* (Paul & Elder, 2005). En este punto las y los alumnos exponen un bajo desarrollo, pues sus propuestas de solución a la problemática planteada no plantean una evaluación previa de las mismas y sus posibles resultados. Las y los evaluados realizan exposiciones con claras consecuencias emocionales negativas para los implicados en el problema

A continuación, se presenta un conglomerado de las palabras más utilizadas en las respuestas de las y los evaluados, como un indicativo del enfoque adoptado en las declaraciones del alumnado participante, ver figura 5. Conjuntamente, los sujetos con aptitudes al pensamiento crítico deben examinar su pensamiento (metacognición), para asegurarse que se encuentran dentro de los estándares de “claridad, exactitud, precisión, relevancia, profundidad, amplitud, lógica, importancia y justicia” (Paul & Elder, 2005, p. 30).

[illegible]

Finalmente, en el sentido de profundidad de sus argumentos, la mayoría de las y los alumnos muestran una mejor aceptación y dominio de las habilidades lingüísticas en la transmisión efectiva de su pensamiento. En comparación con las actividades escritas y las respuestas ofrecidas verbalmente, se observa una diferencia estructural en sus argumentos orales, siendo estos últimos los que se ven favorecidos. Es probable que los procesos orales-auditivos sean más familiares para ellas y ellos, derivado del contexto donde están inmersos, especialmente lo relacionado con las tecnologías actuales de comunicación y entretenimiento. A continuación, se muestra un análisis de la tarea número 3 del ICEPC en la Tabla 7.

En síntesis, aunque las y los alumnos son capaces de juzgar la veracidad de la información, su habilidad para realizar inferencias y suposiciones claras y justificadas se muestra limitada. Tienden a incluir prejuicios, emociones y experiencias personales, lo cual deja a un lado los argumentos racionales, la evidencia y el rigor necesario para la toma de decisiones fundamentadas en la razón. Además, las y los evaluados muestran poco desarrollo en la capacidad para reflexionar sobre el pensamiento propio, la toma de decisiones, ni la consideración de las implicaciones éticas y filosóficas en la búsqueda de solución o formulación de una postura frente al problema.

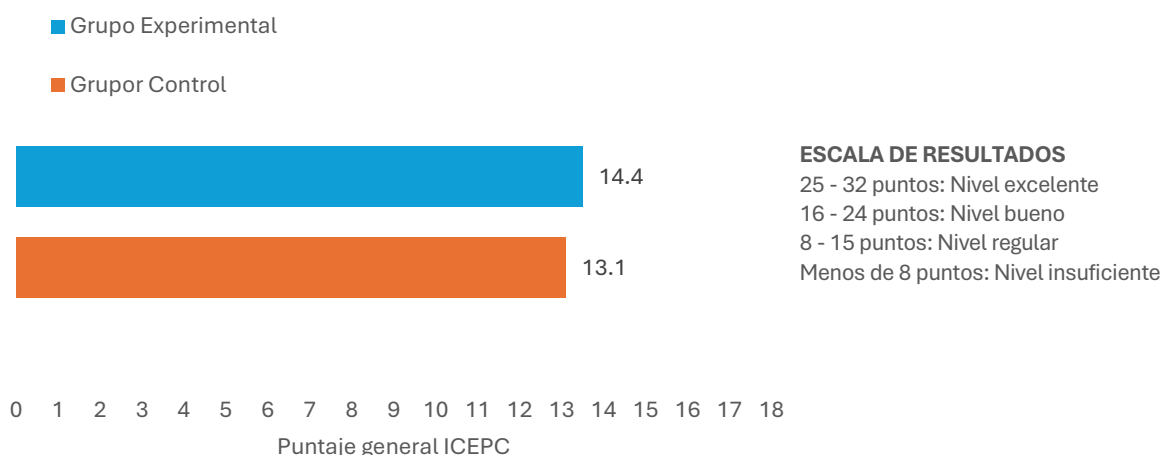
Tabla 7. Análisis descriptivo de la tarea 3 del ICEPC.

PREGUNTA	OBJETIVO DEL CUESTIONAMIENTO	EJEMPLO DE RESPUESTA	OBSERVACIONES
a)	Observar aptitudes para formulación de supuestos hipotéticos.	Ejem. 1. “Porque ya tiene otro novio” (3F-A26). Ejem. 2. “Puede ser porque no ha sido atento con ella o no le pone atención” (3C-A21).	Formulan supuestos hipotéticos, aunque carecen de una visión analítica y global del problema.
b) ¿Qué recomendarías hacer para averiguar y esclarecer las dudas si tu fueras Iker?	Evidenciar las habilidades para crear juicios en función de valores y justicia.	Ejem. 1. “Pues yo opino que deberían hablar los 2 para que no estén confundidos y hablar sobre esos temas de las amistades y así ninguno de los 2 estén sobreponiendo cosas o sobre pensando sobre amistades” (3C-A8). Ejem. 2. “ Preguntarle, decirle que si él se lo toma muy en serio o no” (3F-A14).	Son capaces de realizar conjeturas, sin embargo tiene dificultad para argumentar sus propuestas.
a) ¿Qué consejo o propuesta harías a Juan para solucionar la situación?	Mostrar capacidades para ofrecer una respuesta o solución al problema de manera razonada.	Ejem. 1. “¿Mi respuesta a la pregunta 3 pues yo el Consejo que le daría? Pues es que preguntar o investigar a qué está pasando o qué situación está pasando, si es su amigo, porque pues también muchos y a veces pensamos muy mal.” (3F-A4). Ejem. 2. “Yo le aconsejaría que primero platicara con ella porque a lo mejor ella no le es infiel, solo porque vio que estaba con otro hombre. Podría ser algún familiar cercano o un amigo, pero siempre aclarar las cosas para no sobrepensar tanto la situación y no culparla por algo que no hizo” (3C-A1).	Ofrecen soluciones alejadas de la objetividad requerida para apropiarse de una postura frente a la problemática
a) Si tu fueras Juan, ¿qué decisión tomarías respecto a seguir o no con la relación? Explica ampliamente las razones, por las cuales tomarías dicha decisión, puedes usar ejemplos, esquemas y suposiciones para dar firmeza a tu elección.	Observar el proceso de toma de decisiones.	Ejem. 1. “Si es que lo está engañando es mejor que termine la relación porque no puedes estar con una persona que te está engañando aparte si ya tiene alguien más es porque ya no siente amor por ti” (3F-A26). Ejem. 2. “Este sí, yo si yo fuera Juan este realmente no quisiera seguir con la relación porque mis sentimientos son algo muy importante y pues si mi pareja no los tomara en cuenta. Pues no tendría sentido seguir con algo, algo que me está haciendo daño, entonces sería me haría más daño que darme queirme” (3C-A3).	Tiene dificultad para ofrecer soluciones basadas en el análisis crítico y la razón. Evidencia un desarrollo en las capacidades auditivas-verbales. Ofrece argumentos más claros y profundos.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del ICEPC

Los resultados generales del ICEPC muestra un desarrollo regular en el nivel del pensamiento crítico en alumnas y alumnos de ambos grupos de estudio. Se considera una escala numérica máxima de 32 puntos posibles en la evaluación, los resultados para el grupo control son 13.1 para el grupo control y 14,4 para el grupo experimental, los datos pueden observarse a continuación en la Figura 6. Este análisis deja en manifiesto la necesidad de formación, basada en estrategias pedagógicas que refuercen este tipo de pensamiento.

Figura 6. Resultados generales del ICEPC pre test.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del ICEPC

3.3.2. CCTT pre test

En esta sección se abordan los resultados cuantitativos de la prueba estandarizada CCTT en su nivel X. Dado que la prueba ha sido diseñada para analizar aspectos específicos del pensamiento crítico, los resultados se examinaron en consideración a cuatro dimensiones del instrumento: pensamiento inductivo, observación y juicio de credibilidad, pensamiento deductivo e identificación de supuestos. En suma se realiza un análisis comparativo de los mencionados aspectos entre el grupo control

y grupo de estudio. La primera sección tiene la tarea de poner a prueba la fiabilidad de las hipótesis, en términos concretos una conjetura se fundamenta con la capacidad de explicar hechos sustentados en la observación. Y diferenciarlos de aquellos que son incompatibles y carecen de elementos que respalden la explicación.

Los autores refieren que un porcentaje mayor al 85% de efectividad en este apartado, demuestra un dominio adecuado en esta habilidad para las y los estudiantes de secundaria. Los resultados obtenidos en ambos grupos se encuentran por debajo de esta consideración (47.92% y 52.24% para el grupo control y de estudio respectivamente). Este resultado se puede comprender como un dominio intermedio en las habilidades de formulación e identificación de suposiciones hipotéticas. Las y los alumnos manifiestan a través de esta evaluación concepciones criterioales que permiten diferenciar hechos útiles de aquellos poco relevantes para fundamentar un razonamiento predictivo.

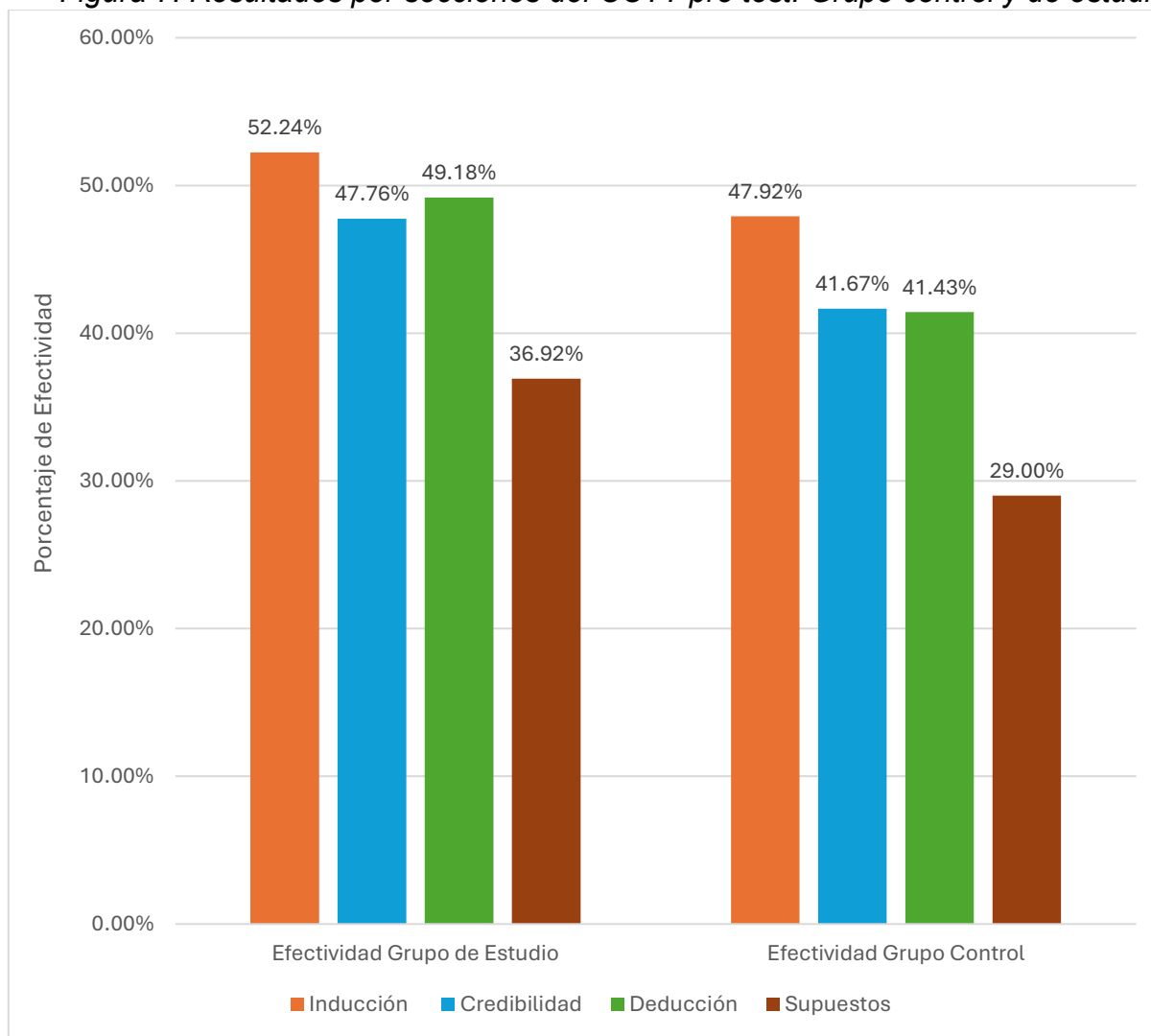
El segundo apartado determina la disposición para diferenciar la fiabilidad de las fuentes de información, en esta prueba se observa específicamente la credibilidad en las afirmaciones de distintas personas que fungen como el origen de la información, al no tener acceso a la fuente primaria de la misma. Para este ejercicio se debe analizar dos argumentos y juzgar la veracidad de ambos, estos dependen de la experiencia, la intención y confiabilidad de la fuente. En este ámbito los resultados para ambos grupos muestran un nivel por debajo de la media porcentual. Esto significa que las y los alumnos son conscientes de que existen fuentes con mayor fiabilidad, sin embargo encuentran dificultad entre aquellos que

pueden no ser dependientes de la pericia o experiencia, cuyas afirmaciones serían igualmente válidas para ambas fuentes.

La sección número tres determina las aptitudes hacia la deducción, busca eliminar la carga emocional inherente a la lógica vivencial y mediante lenguaje cotidiano condiciona una relación causal entre dos hechos o afirmaciones que se relacionan como antecedente y consecuente. Nuevamente las y los alumnos evaluados muestran resultados por debajo del 50% de efectividad, traducido en un desarrollo bajo de la habilidad deductiva.

El último de los apartados pretende que las y los evaluados muestren su desarrollo en la capacidad para realizar suposiciones. La estructura de los cuestionamientos exige que realicen conjeturas sobre los huecos o vacíos en la información que se presenta. Las y los encuestados tuvieron que elegir entre las opciones, aquella que complete los detalles omitidos en el mensaje. El desempeño en esta prueba presenta el menor desarrollo en comparación con los otros ítems, se observa que el alumnado tiene dificultad para inferir información que no se manifiesta explícitamente. En lo cotidiano también se relaciona con la dificultad para realizar un análisis profundo que incluya elementos implícitos, así como las múltiples posibilidades de respuestas a una problemática. Los resultados se visualizan de manera gráfica en la Figura 7.

Figura 7. Resultados por secciones del CCTT pre test. Grupo control y de estudio.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del CCTT.

El puntaje obtenido permite analizar el nivel de desarrollo en esta faceta del pensamiento, el máximo resultado posible es de 71 puntos. Además para este análisis se consideraron también las recomendaciones estadísticas de los autores de la prueba, que indican una corrección con la fórmula:

$$Total\ corregido = Total\ de\ aciertos - \frac{1}{2}(Número\ de\ errores)$$

Esta corrección es justificable a raíz de las instrucciones para responder la prueba, que indican que evite realizar conjeturas o respuestas aventuradas. Además estas instrucciones son coherentes con la intención de propiciar en las y los estudiantes evaluados hábitos de pensamiento cuidadoso. Lo cual es valioso para permitir estructurar las ideas de respuesta y solución a los planteamientos (Ennis, Millman, Tomko, 2005). El conglomerado de los datos se muestra en la Tabla 8, además se observan los aspectos de cada sección, y su nivel de logro en relación con el puntaje máximo correspondiente a las diferentes secciones.

Tabla 8. Efectividad grupo control y grupo de estudio prueba CCTT pre test.

ASPECTO	GRUPO DE ESTUDIO PUNTAJE Y %	MAXIMO POSIBLE	GRUPO CONTROL PUNTAJE Y %
INDUCCIÓN	12.5 (52.24%)	24	11.5 (47.92%)
CREDIBILIDAD	11.5 (47.76%)	24	10 (41.67%)
DEDUCCIÓN	6.9 (49.18%)	14	5.8 (41.43%)
SUPUESTOS	3.7 (36.92%)	10	2.9 (29.00%)
CAL. TOTAL	34.6 (48.70%)	71	30.2 (42.54%)
TOTAL CORREGIDO	16.4		9.4

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del CCTT.

Los datos obtenidos de la prueba CCTT para evaluar el pensamiento crítico, son consistentes y similares en ambos grupos, los datos presentan una desviación estándar aceptable ($\sigma=5.9$ y $\sigma=7.4$ para el grupo control y de estudio respectivamente) esto manifiesta una formación y desarrollo equivalentes en las

aptitudes hacia esta faceta del pensamiento. Tras la corrección los resultados indican un mayor puntaje en el grupo de estudio (16.4) en comparación al grupo control (9.4), esto no solo evidencia precisamente un mayor desarrollo en las habilidades para el pensamiento crítico, sino que, es un reflejo de valores individuales bajos en el grupo control. A su vez en el grupo de estudio, se encontraron valores máximos mayores desde lo individual, por ello el valor de la dispersión es coherente a lo reportado.

Este análisis contribuye a la necesidad de instaurar estrategias didácticas que permitan a las y los alumnos apropiarse de habilidades necesarias para la toma de decisiones y resolución de problemas, mediadas por el pensamiento. Destrezas como la deducción, el juicio y la capacidad de formular inferencias y suposiciones son claves para el proceso de un óptimo pensamiento crítico. Desde la puesta en marcha del plan de estudios 2022 el pensamiento crítico fue incluido como un objetivo a desarrollar, y ahora más que nunca es importante mostrar desde la formación académica mecanismos que faciliten el juicio crítico en el estudiantado de todos los niveles educativos.

3.4. Intervención

3.4.1. Diseño

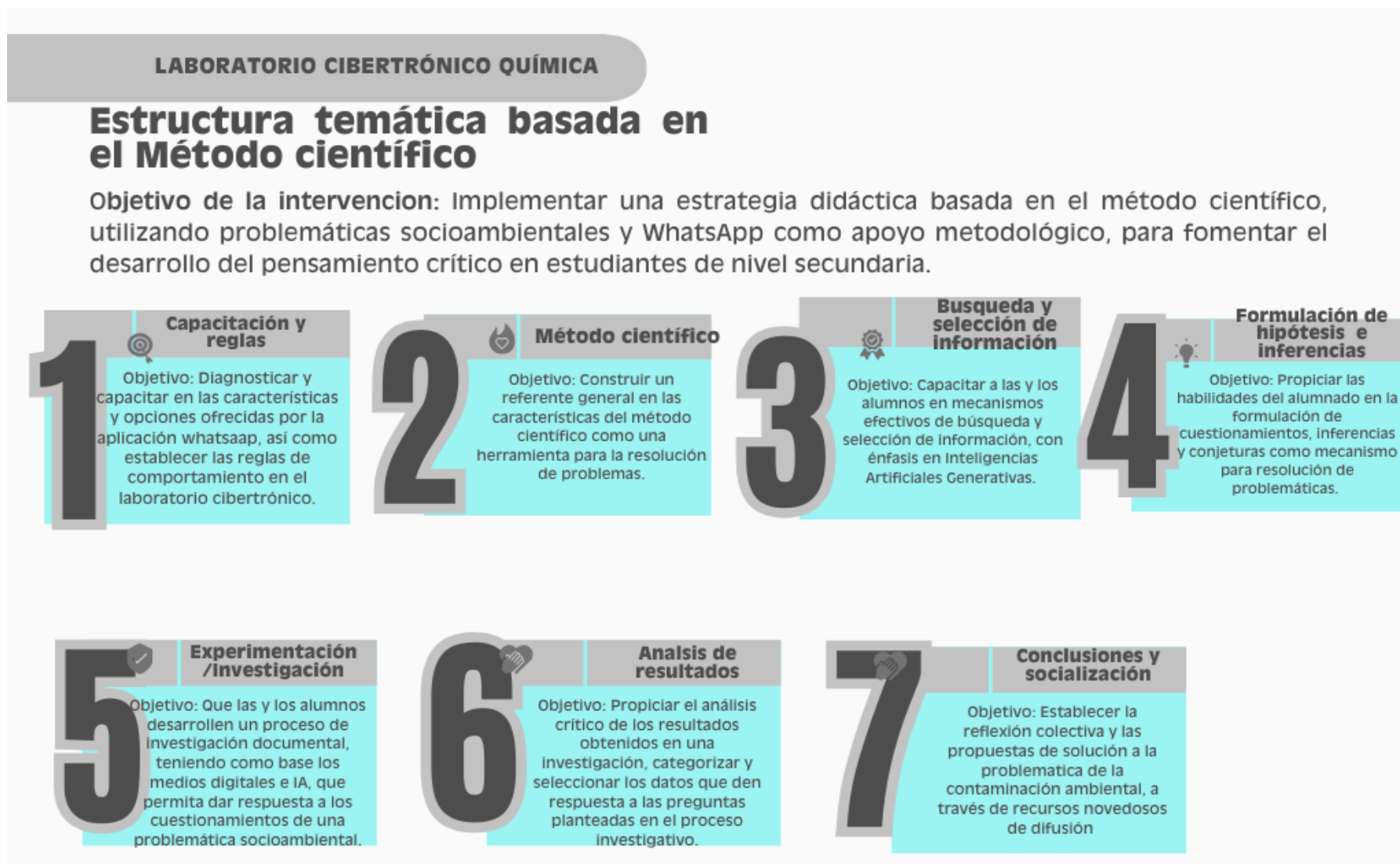
El diseño de esta secuencia didáctica fue orientado a desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de secundaria a través de la aplicación del método científico, con un enfoque para el análisis de problemáticas socioambientales. Para ello, se empleó WhatsApp entendido como un laboratorio cibertrónico, tomando ventaja de

sus funcionalidades para la comunicación. Además, al tratarse de un medio digital permite buscar y seleccionar información y promueve el trabajo colaborativo. Desde la primera sesión, se establecieron las bases para el trabajo en este entorno digital, incluyendo la capacitación en el uso de la aplicación y la definición de normas de uso en el laboratorio cibertrónico.

Las estrategias guiaron a las y los estudiantes en la exploración del método científico. A lo largo de la secuencia, se incentivó la formulación de hipótesis, el desarrollo de investigaciones documentales y el análisis crítico de los resultados obtenidos. Finalmente, se buscó promover la reflexión colectiva y la generación de propuestas de solución innovadoras a la problemática de la contaminación ambiental, con la utilización de recursos digitales para su difusión. Con esta estrategia, se busca no solo fortalecer las competencias científicas y digitales del alumnado, sino también potenciar su capacidad de cuestionamiento, argumentación y toma de decisiones fundamentadas en evidencias.

El laboratorio cibertrónico se desarrolló mediante actividades de aprendizaje, cada una de ellas fue diseñada para capacitar y fomentar una habilidad específica relacionada con el método científico. Como ya se ha expuesto en capítulos anteriores, este estudio pretendió vincular una relación positiva entre el método empleado en la investigación y el desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento crítico. Las sesiones se realizaron pensadas en un espacio áulico, apoyadas desde lo digital, mediante el uso y trabajo de equipos celulares en lo individual. La Figura 8 expone la estructura general de la intervención.

Figura 8. Estructura temática basada en el método científico, con la implementación de un laboratorio cibertrónico.



Fuente: elaboración propia.

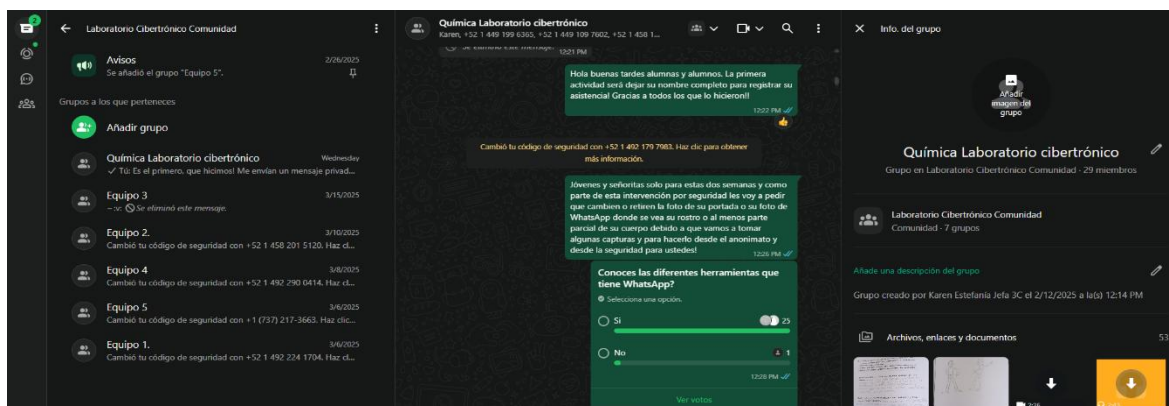
Se consideraron 7 sesiones para el desarrollo didáctico, con una duración de 50 min cada una, además se optó por establecer la continuidad de las actividades de aprendizaje que no sean terminadas en el tiempo establecido para la sesión, pudieran realizarse en casa. Esta determinación fue válida puesto que las características del propio laboratorio cibertrónico facilitan el seguimiento y trabajo colaborativo desde la distancia, a través un espacio virtual. La ampliación y desglose de cada sesión se encuentran en el apartado de anexos (ver anexo F).

3.4.2. Aplicación

Es importante esclarecer algunos puntos de partida necesarios para comprender la dinámica de trabajo en el laboratorio cibertrónico que fue propuesto en esta intervención como herramienta metodológica. El denominado laboratorio cibertrónico, se trata de un grupo realizado en la aplicación de WhatsApp que fue creado con anterioridad a la puesta en marcha de la intervención. A su vez se creó una comunidad con equipos de trabajo que facilita la interacción y seguimiento de las y los participantes. La Imagen 1 muestra el grupo y equipos de trabajo. Las reglas de comportamiento y trabajo fueron establecidas por las y los alumnos en la sesión introductoria.

Cada una de las sesiones se realizaron con una estructura definida: 1. Bienvenida y pase de lista, 2. Indicación de la actividad a realizar, 3. Desarrollo de la actividad (generalmente por equipos), 4. Seguimiento de la actividad y retroalimentación, 5. Entrega de productos y actividades y 6. Socialización de los productos.

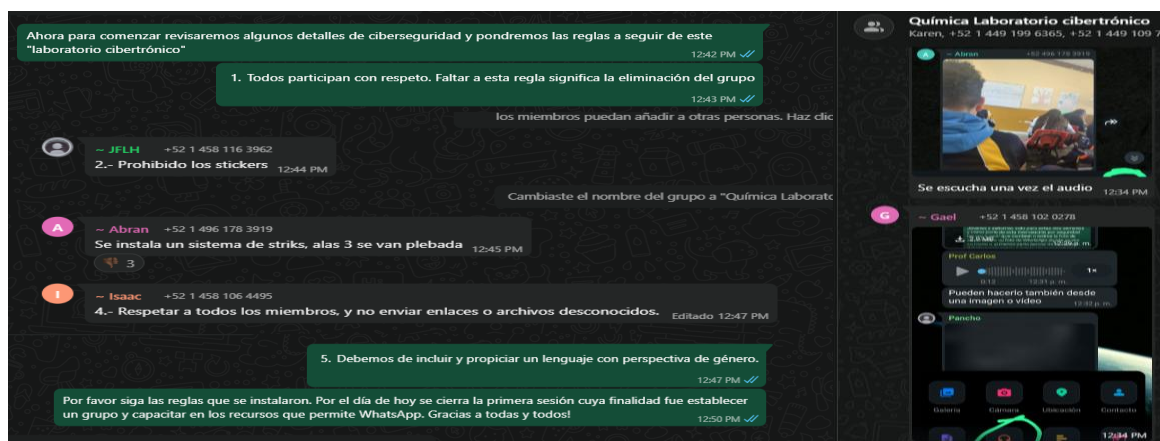
Imagen 1. Laboratorio cibertronico y grupos de trabajo en la plataforma WhatsApp.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

Durante la primera sesión se establecieron las reglas a seguir dentro del espacio digital de trabajo, también se realizó un diagnóstico y capacitación sobre el conocimiento en el uso, características y opciones dentro de la aplicación de WhatsApp, ver Imagen 2. Uno de los primeros hallazgos en la intervención fue la elevada participación de las y los alumnos, si bien no es un aspecto evaluado en el presente trabajo y el único parámetro previo de medición de esta cualidad es la propia experiencia de trabajo con el grupo, se observó una participación activa en la totalidad del alumnado.

Imagen 2. Participación activa en reglas de uso y diagnostico/capacitación.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

La segunda sesión tuvo como objetivo conocer y profundizar en las características y uso del método científico como un mecanismo para resolver un problema de manera estructurada. El trabajo se abordó con la utilización de recursos audiovisuales para la explicación del tema desde donde se obtendría información conceptual. Se valoró la apropiación del conocimiento con la aplicación del método científico para resolver un problema cotidiano, esto permitió a las y los alumnos identificar la secuencia metodológica del método. En la Imagen 3 se integran algunas participaciones de las y los alumnos en la actividad.

Imagen 3. Sesión 2, apropiación conceptual y práctica del método científico.

Química Laboratorio cibertrónico
Karen, +52 1 449 199 6365, +52 1 449 109 ...

Hola nuevamente a todas y todos bienvenidos a su laboratorio de aprendizaje de química. La actividad inicial del día de hoy es muy simple. Hablaremos del "método científico".
12:12 p. m. ✓

Actividad 1. Iniciemos pasando lista. Les pediré nuevamente enviarme su primer nombre para registrar su asistencia
12:13 p. m. ✓

Responde las siguientes preguntas. Puedes hacerlo desde un audio, un escrito o incluso ...

1. El método científico es una forma o metodología para verificar un hallazgo o echo, el método científico se puede usar en diversas ramas de la medicina etc también sirve para responder preguntas y darles respuestas
2. La experimentación por que de esta se responden varias preguntas o partes del método científico
3. Tomar decisiones informadas y basadas en evidencia
12:45 p. m.

Debido al corto tiempo en clase la actividad 3 se convierte en trabajo en casa. Actividad 3. Tarea. Ahora usa cada una de las partes del método científico para resolver de manera ficticia un problema cotidiano sin importar su complejidad. Puedes enviar un audio, diagrama, texto o video explicando tu respuesta. Toma el siguiente ejemplo:
Ejemplo. Elegir un outfit para la boda de un familiar
1. Observación del problema. No tengo un estilo específico para elegir un vestido, no tengo tiempo ni recursos económicos para comprar uno en particular. Debo usar aquello que tengo en mi guardarropa.
2. Investigación del tema. Observar en internet combinaciones de colores según el evento y temporada.
3. Hipótesis: El vestido a rosa con los zapatos rojos y un cinturón café se verán bien.
4. Experimentación: Probarse el atuendo
5. Análisis de resultados: La combinación no es la adecuada, pero puedo usar el vestido rojo con zapatos negros y cinturón negro.
6. Formulación de conclusiones: el mejor atuendo es el que combina colores rojo y negro
12:58 p. m. ✓

1:¿que es y donde puedes usar el método científico?
El método científico es un proceso sistemático para investigar fenómenos, adquirir los conocimientos y comprobar la hipótesis. Se basa en la observación, la formulación de preguntas, la experimentación y el análisis de resultados. Se puede usar en la ciencia (biología, química, física?) en resolución de problemas tecnológicos e incluso en la vida cotidiana, como cuando intentamos descubrir por que un aparato no funciona.
2:¿cual consideras que es la parte vital o más importante del método científico y por que?
La parte más importante podría ser la experimentación, por que permite comprobar si una hipótesis es correcta o no. Sin experimentos, solo tendríamos suposiciones sin pruebas. También el análisis de resultados es crucial, ya que si interpretar lo datos correctamente, podríamos llegar a conclusiones erróneas.
3:¿como puedes usar el método científico para tomar una decisión?
Se puede aplicar en decisiones cotidianas mediante la observación formula de hipótesis y pruebas. Por ejemplo. Si quieres mejorar tu rendimiento escolar, podrías probar diferentes técnicas de estudio, medir los resultados (calificaciones o tiempo de estudiar efectivo) y elegir la mejor estrategia basada en los datos obtenidos.
3:01 p. m.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

En la última captura de la imagen 3, puede observarse la participación de un joven perteneciente a USAER con el diagnóstico de discapacidad intelectual. En la práctica cotidiana se limita a escuchar las indicaciones y muestra severas dificultades para completar sus actividades, además de una nula participación voluntaria. Es de resaltarse como en las actividades realizadas en un espacio digital su participación incrementa, es probable que este recurso facilite el seguimiento de las actividades, pues las instrucciones pueden ser consultadas una y otra vez para su mejor comprensión. Además, la familiaridad de la aplicación WhatsApp es otro aspecto a favor, pues integra herramientas como la IA meta que facilita las búsquedas de información, así como ser un apoyo que ordena y en muchas ocasiones explica el camino a seguir.

La finalidad de la tercera sesión fue desarrollar habilidades para la búsqueda, selección, categorización y juicio de información, esta habilidad del método científico es el parteaguas que permitirá profundizar en un problema. Al mismo tiempo faculta para observar todas las aristas de este y planear su resolución. Se propuso la investigación de un tema socioambiental a partir de recursos de IA, la modalidad de trabajo fue por equipos. Inicialmente fue compartido como propuesta una serie de herramientas de búsqueda con inteligencia generativa.

También se encaminó desde un recurso audiovisual la forma más efectiva de realizar una instrucción de búsqueda en estas herramientas. Por último, las y los alumnos condensaron la información obtenida de manera gráfica en un esquema con el uso de herramientas de diseño como Canva para este fin.

Se observaron algunas ventajas con el uso del laboratorio cibertrónico, el trabajo colaborativo resultó fácil incluso a la distancia. Estos grupos de trabajo ofrecieron un espacio de comunicación instantánea, los participantes salvo algunas excepciones contribuyeron activamente con ideas y comentarios para la realización de los productos solicitados, la Imagen 4 ofrece un ejemplo de la participación en este espacio. Los diversos grupos ofrecieron diferentes maneras de organización, algunos incluyeron encuestas en su toma de decisiones, mientras que otros optaron por debatir la pertinencia de cada tema. Otro beneficio se observó al realizar el seguimiento y retroalimentación, la propia estructura que ofrece esta aplicación facilita en gran medida la interacción con múltiples equipos.

Imagen 4. Sesión 3, participación activa, seguimiento y retroalimentación.

The screenshot displays a WhatsApp chat interface for a group named "Equipo 2". The chat history shows several messages discussing environmental contamination and a poll about the preferred topic for investigation.

Activity 1: En equipos de trabajo, (elaborados anteriormente) propongan y elijan un tema relacionado con la contaminación ambiental.

Determinant:

- a) Tipo de contaminación.
- b) contaminante o acción humana que lo produce.
- c) consecuencias al medio ambiente.
- d) Datos estadísticos (cuanto, donde, quienes, etc.)

Para apoyar a una buena búsqueda de información, que es uno de los pasos más importantes del método científico y la resolución de problemas te recomiendo las siguientes fuentes de información.

Karen Estefanía Jefa 3C: Entonces nos quedamos con el agua, están de acuerdo??

Bien ahora elijan la ia que más les agrade y con ayuda del video creen un pront para hacer la investigación

Activity 2: Ahora crea un pequeño resumen en forma de esquema (imagen) de los resultados de tu investigación y respondan a las siguientes preguntas! Puedes apoyarte de plataformas digitales como canva o PowerPoint, entre otras! Por ejemplo estás alternativas

5 PÁGINAS SIMILARES A Canva Y GRATUITAS

befunky crello easil

Artboard Studio FotoJet

No olviden enviar sus resultados de investigación a este espacio! Con esto terminamos la sesión del día de hoy. Recuerda enviar tú producto y respuestas a las preguntas de forma grupal! 🤗

Equipo 2:

Descripción del grupo

Este subgrupo será un grupo de trabajo en equipo, para realizar todas aquellas actividades que sean necesarias para el d

Dulce Reza +52 1 492 121 4178: También puede ser contaminación del aire por emisiones de gases de efecto invernadero

Cuál escogemos pues?

+52 1 458 201 5120: También puede ser contaminación del aire por emisiones de gases de efecto invernadero

O sí, está interesante

+52 1 458 136 6338: Esque todas son buenas ideas

+52 1 458 136 6338: También puede ser contaminación del aire por emisiones de gases de efecto invernadero

Dulce Reza +52 1 492 121 4178: La de dulce está bien

Okey, hay que investigar pues

+52 1 33 4592 1341: Tema elegido* Contaminación del aire por emisiones de vehículos en zonas urbanas.

Ese me parece bien no ?

Karen Estefanía Jefa 3C: Cómo quieran

Karen Estefanía Jefa 3C: Que tema prefieren

Selecciona una opción o más.

- ☐ Agua 4
- ☐ Aire 1
- ☐ Electromagnética 1

Ver votos

Diagrama:

EMISIÓN DE VEHÍCULOS

- TIPO DE CONTAMINACIÓN:** Contaminación Atmosférica
- CONTAMINANTE O ACCIÓN HUMANA QUE LO PRODUCE:** Gases de efecto invernadero (GEI), Material particulado (MP), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Hidrocarburos orgánicos volátiles (COV), Dióxido de carbono (CO₂)
- CONSECUENCIAS QUE IMPACTAN AL MEDIO AMBIENTE:**
 - 1. Efecto invernadero
 - 2. Contaminación del aire por el escape de gases de efecto invernadero
 - 3. Efectos sobre la salud humana
 - 4. Efectos sobre la biodiversidad
 - 5. Efectos sobre la calidad del agua
- DATOS ESTADÍSTICOS:** México: Más de 40,000 muertes por causas relacionadas con la contaminación del aire en 2019. El 41% de las emisiones del sector industrial y producción de energía eléctrica se originan en la zona urbana.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

Otra característica del uso del laboratorio cibertrónico, fue la rapidez para realizar las actividades. Como se ha observado cada sesión constó de varias actividades de aprendizaje, en el espacio áulico físico requiere de mayor tiempo el diseñar y crear un producto cualquiera que sea. En contraste, hacerlo digitalmente aumenta la velocidad de ejecución, en suma, se aprecia una aceptación generalizada a la realización de estos. Además, alumnas y alumnos interactúan entre ellos al realizar comentarios sobre los productos socializados.

Durante el desarrollo de la cuarta sesión de trabajo, la cual relaciona las actividades con la promoción de habilidades para hacer cuestionamientos y realizar hipótesis o inferencias que respondan una problemática. La primera actividad buscó que alumnas y alumnos formularán preguntas de investigación sobre el tema socioambiental de interés, el segundo momento de la sesión empleó la técnica de “si...entonces...porque” para crear y dar estructura a una hipótesis. Para este momento las y los participantes ya estaban familiarizados con el uso de los grupos o equipos para desarrollar el trabajo colaborativo, esto permitió un ambiente de participación activa, ver Imagen 5.

La quinta sesión se desarrolló sin complicaciones, alumnas y alumnos hicieron uso de herramientas de búsqueda de información al realizar un análisis documental sobre el tema problema. El objetivo fue dotar de una estructura confiable para efectuar estas exploraciones, así como sustentar o rechazar la propuesta hipotética tras la investigación, ver Imagen 6. Se puso a disposición un video que explicaba los diversos espacios que ofrece internet para realizar la inspección documental. El trabajo colaborativo mostró aspectos favorables no solo

para el desarrollo del pensamiento crítico, además, se observó cómo surgieron liderazgos que organizaron, resolvieron y motivaron el trabajo.

Imagen 5. Sesión 4, preguntas de investigación, hipótesis e inferencias.

El día de hoy trabajaremos la capacidad de crear inferencias, hacer preguntas y crear una hipótesis.

Actividad 1. Recuerden Los resultados de tu investigación y el tema que eligieron en equipo.

La actividad se denomina: "El Reportero Científico" deben escribir preguntas siguiendo estas estructuras:

¿Cómo afecta [factor ambiental] a [grupo o ecosistema]?

¿Cuál es la relación entre [problema] y [posibles causas]?

¿Qué soluciones se han implementado para [problema] y qué tan efectivas han sido?

Ejemplo:

"¿Cómo influye la contaminación del agua en la salud de los habitantes de nuestra comunidad?"

Se realiza en equipo de trabajo y envían sus respuestas sometidas al consenso al grupo principal.

Una de las ventanas de este laboratorio es que puedes trabajar a la distancia en equipo, te pediré esta ocasión que trabajen esta actividad como tarea desde casa.

Se usa la técnica "Si... entonces... porque", para estructurar hipótesis:

Ejemplo:

Pregunta: ¿Cómo influye la contaminación del agua en la salud de los habitantes?

Hipótesis: Si el agua de la comunidad contiene metales pesados, entonces la incidencia de enfermedades estomacales será mayor, porque los metales afectan el sistema digestivo.

Cada equipo formula hipótesis basadas en sus preguntas de investigación y se elige la mejor hipótesis para enviarla al grupo principal!

En todo momento te estaré apoyando a la distancia

No olviden enviar sus tareas del laboratorio cibertrónico, recuerden que a partir de esta fase del método no se puede usar IA para generar sus respuestas. Sin embargo si pueden investigar para apoyarse en la comprensión del apartado de hipótesis.

Como apoyo les recomiendo este pequeño video

YouTube

Cómo formular las HIPÓTESIS de tu INVESTIGACIÓN

Una hipótesis es una afirmación o suposición

youtube.com

https://youtu.be/X8a2uC6t10c?feature=shared

1. ¿Cómo afecta la emisión de vehículos en la salud? Hipótesis: Si los vehículos emiten mucho humo con sustancias dañinas, entonces más personas tendrán problemas respiratorios como asma, porque ese humo irrita, daña los pulmones y las vías respiratorias.

2. ¿Cuál es la relación entre la emisión de vehículos y el deterioro de la calidad del aire? Hipótesis: Si hay más vehículos que emiten humo y gases, entonces la calidad del aire empeorará mucho, porque esos humos y gases aumentan los contaminantes en el aire.

3. ¿Qué soluciones se han implementado para la quema de combustibles fósiles y qué tan efectivas han sido? Hipótesis: Si se aplican reglas estrictas sobre la eficiencia de los motores y se usan combustibles más limpios, entonces se reducirá demasiado.

1. Como afecta la emisión de vehículos en la salud? Hipótesis: Si los automóviles emiten muchas sustancias como petróleo o nitrógeno, las personas tendrán enfermedades respiratorias debido a el humo que sale del carro causando un daño en las vías respiratorias y pulmones.

2. ¿Cuál es la relación entre la emisión de vehículos y el deterioro de la calidad de aire? Hipótesis: Si hay demasiados vehículos que emiten humo y gas transiendo todos los días la calidad del aire va empeorando mucho debido a esos químicos que salen en forma de gas mezclándose con el aire y contaminándolo.

3. ¿Qué soluciones se han implementado para la quema de combustible fósiles y que tan efectiva han sido? Hipótesis: Si cambiarían las reglas sobre los motores y los cambiarían por unos eléctricos.

Todas buenas preguntas y buenas hipótesis, no será fácil que elijan una para investigar, pueden pensar en cuál será más fácil o viable de investigar!

Pues es el siguiente paso del método

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

Imagen 6. Sesión 5, investigación documental.

Equipo 2.

+52 1 496 178 3919, +5...

~ Abran se unió desde la comunidad.

Actividad 2. Como ayuda de tu equipo, realiza una búsqueda documental en diferentes fuentes, como pueden ser bases de datos, IA, revistas, buscadores etc.

Desglosa las partes de la hipótesis que consideres importante responder o profundizar para que tu trabajo sea más completo. Registra tus participaciones en tu equipo de trabajo, discutan que es lo que deben buscar para responder la hipótesis que han formulado. Te recomiendo ver el siguiente video que muestra varias fuentes fiables de información.

https://youtu.be/0bKEkxvVW4?feature=shared

Emisiones de Vehículos

Sustancias Dañinas:

- Dióxido de Nitrógeno (NO₂): Irritante respiratorio que causa inflamación.
- Monóxido de Carbono (CO): Puede afectar el transporte de oxígeno en la sangre.
- Partículas en Suspensión (PM2.5 y PM10): Partículas que penetran en los pulmones y el torrente sanguíneo, causando problemas respiratorios y cardiovasculares.
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs): Pueden causar irritación de las vías respiratorias y dolores de cabeza.

Fuentes de Emisiones:

- Tipos de vehículos: Automóviles, camiones, autobuses, motocicletas.
- Combustibles utilizados: Gasolina, diésel, gas natural.

Efectos en la Salud

Problemas Respiratorios:

- Asma: Por la inhalación de contaminantes

Todas buenas aportaciones, cada vez queda más clara la respuesta a su hipótesis, pueden ir organizando la información de tal manera que tenga una secuencia clara. Preparen y seleccionen aquella información que servirá para su podcast

3/6/2025

La contaminación del agua por plásticos es un problema ambiental grave que afecta la salud humana, la vida ...

La contaminación del agua por plásticos es un desafío global que requiere acciones urgentes y coordinadas a nivel individual, comunitario y gubernamental. A continuación, se amplía la información sobre las causas, consecuencias y soluciones, así como acciones adicionales que pueden contribuir a mitigar este problema:

*** "Causas de la contaminación"

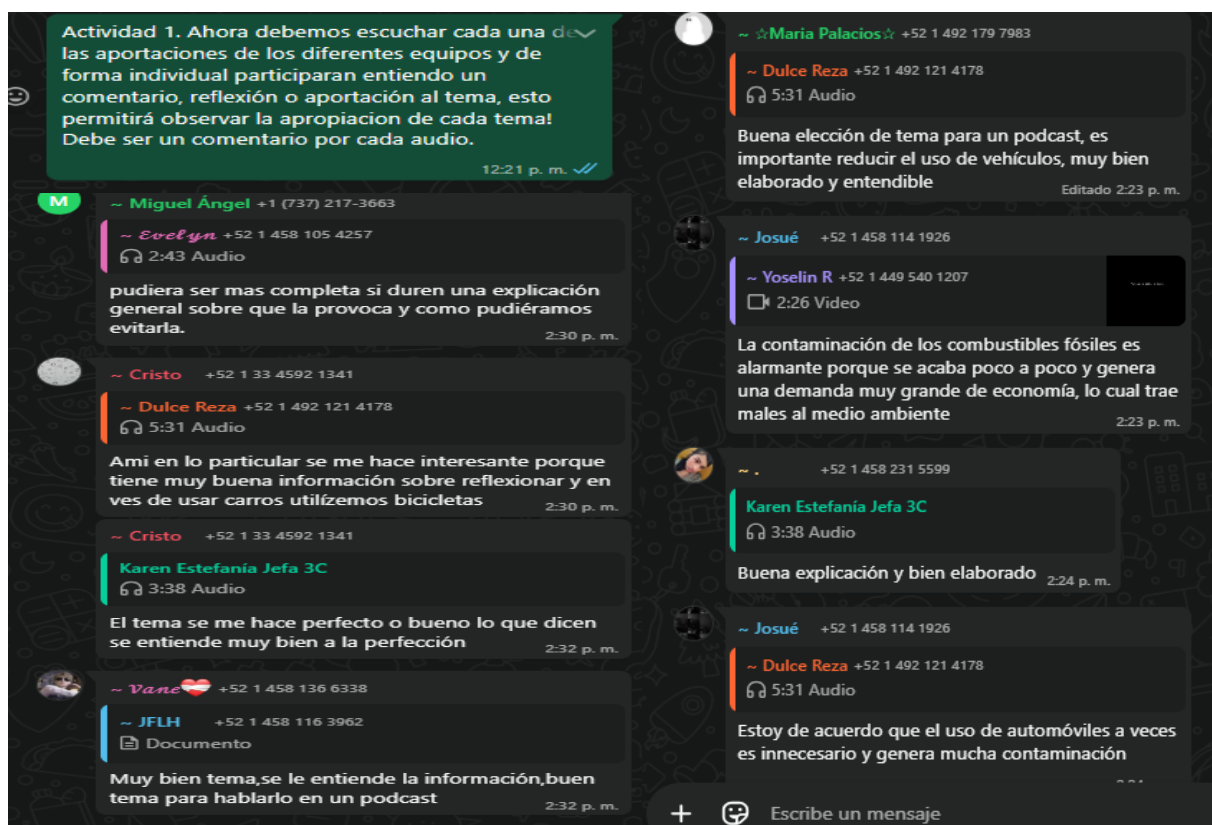
1. **"Producción masiva de plásticos":** La industria produce más de 300 millones de toneladas de plástico al año, gran parte del cual es de un solo uso.
2. **"Desperdicio y abandono":** Muchos plásticos no se desechan correctamente y terminan en ríos, mares y océanos.
3. **"Falta de regulación":** En muchos países, no existen leyes estrictas que regulen el uso y desecho de plásticos.
4. **"Turismo y actividades recreativas":** Las act

Leer más

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

La sexta sesión implicó la socialización de los resultados, así como la generación de un espacio de retroalimentación entre pares. Este ejercicio fomentó en alumnas y alumnos un proceso reflexivo de su propio trabajo y pensamiento, realizaron comparaciones e intercambiaron posturas y opiniones de todos los temas. Se propuso el uso de un podcast como producto final. Esta actividad permitió observar la creación de argumentos y posturas personales, dotadas de un análisis crítico de la problemática socioambiental, se puede observar un ejemplo de esta acción en la Imagen 7. Posterior a la entrega de los productos, el interés por conocer el trabajo de los diversos equipos fomentó en alumnas y alumnos un verdadero interés, esto contribuye a la adecuada apropiación de los múltiples temas expuestos.

Imagen 7. Sesión 6, producto final y retroalimentación entre pares.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

En la última sesión se propuso como actividad un pequeño cuestionario que incluía, además de preguntas que evaluaban el nivel de apropiación de los ítems relacionados con el método científico, el juicio crítico y los temas socioambientales, se realizó una pregunta clave sobre la opinión del uso del laboratorio cibertrónico, algunas respuestas se exponen en la Imagen 8.

Imagen 8. Sesión 7, Reflexión sobre lo aprendido y opiniones del laboratorio cibertronico.

The image is a screenshot of a WhatsApp chat interface. On the left, a green chat bubble contains the following text:

Como última actividad haremos una reflexión sobre lo aprendido en este laboratorio, compartiremos a través de un pequeño cuestionario las opiniones sobre nuestra metodología y sobre el propio método científico. 12:27 p. m. ✓✓

Below this, another green bubble says: "Actividad 1. Responde ampliamente las siguientes preguntas:"

Three numbered questions follow in green bubbles:

1. ¿Qué acciones puedes hacer desde tu casa, escuela y comunidad para mejorar y conservar el medio ambiente?
2. ¿Cómo puede ayudarte el método científico y su proceso a resolver problemas en la vida cotidiana?
3. Escribe un pequeño párrafo donde expreses tu opinión sobre el uso de este laboratorio.

At 12:30 p. m., a response appears in a white bubble on the right: "3. Mi opinión de este laboratorio es que es una forma bastante eficaz para trabajar, siempre y cuando se tengan claras los límites del uso del Internet. Además de que, la tecnología esta evolucionando y está bien irnos adaptando a esta modalidad."

At 12:38 p. m., another response appears in a white bubble on the right: "3.- este laboratorio me pareció interesante y no sabía lo mucho que podía ayudar, pude compartir opiniones con mis compañeros, trabajar en equipo y aprender de todo esto para que me dieran la mejor solución para las actividades, ver mi responsabilidad y lo comprometida que estoy con los trabajos virtuales."

Below the questions, a third green bubble asks: "4. Redacta una serie de acciones que puedes poner en marcha para reducir o remediar el daño medioambiental en tu comunidad. 5. ¿Cuál es ahora tu opinión sobre el daño que produce los seres humanos en la búsqueda de satisfacer sus necesidades?"

At the bottom, a white bubble on the right contains the text: "3. En mi opinión este laboratorio nos ayudó a expresarnos más ampliamente a convivir más, participar más, y también como hacer un mejor uso de las tecnologías para poder resolver nuestras actividades con apoyo de internet para una mejor opinión. 3- El uso de este laboratorio es fundamental para el aprendizaje y la exploración científica. Además, creo que el laboratorio es un espacio seguro, dónde nos podemos expresar y descubrir sin miedo a equivocarnos. # 3. Opinión sobre el uso del laboratorio Me parece superdivertido y útil. Ya que es muy fácil para todos."

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la intervención.

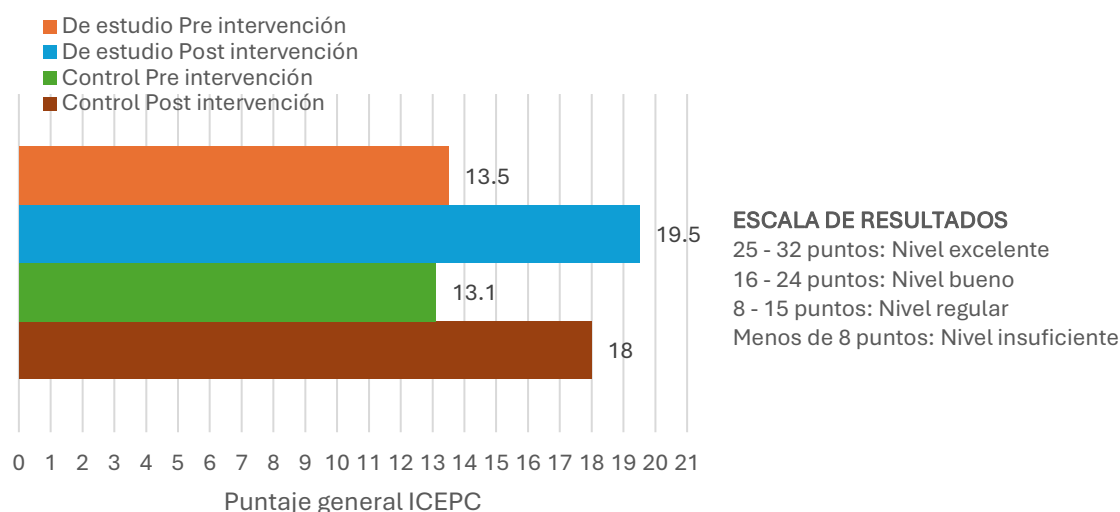
Entre los beneficios descritos sobre el uso del laboratorio cibertrónico como metodología didáctica se encontró una buena aceptación del recurso, fomento el trabajo colaborativo, uso de la tecnología, se observó como un espacio seguro para participar, permitió dosificar el tiempo y desarrollar habilidades digitales.

3.5. Resultados

3.5.1. ICEPC post intervención

Los resultados obtenidos tras la aplicación del ICEPC post test muestran un progreso significativo en las habilidades y aptitudes relacionadas con el pensamiento crítico dentro del grupo expuesto a estrategias didácticas basadas en el método científico. El grupo de estudio revela un avance general de 6 puntos, posicionándose en “nivel bueno”, ver Figura 9. Con el propósito de determinar si existió una diferencia significativa entre los resultados del pre test y post test en el mencionado grupo, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon de rangos con signo. Este ensayo estadístico es adecuado para muestras no pareadas y tamaños muestrales pequeños. Los valores de la prueba indican una diferencia significativa entre ambos resultados ($W=33$ con un valor W crítico = 84 ; $\alpha=0.01$), esto se traduce como un efecto positivo a consecuencia de la intervención. En la Tabla 8 se condensan los resultados obtenidos.

Figura 9. Comparativa de resultados generales del ICEPC pre y post test.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del ICEPC

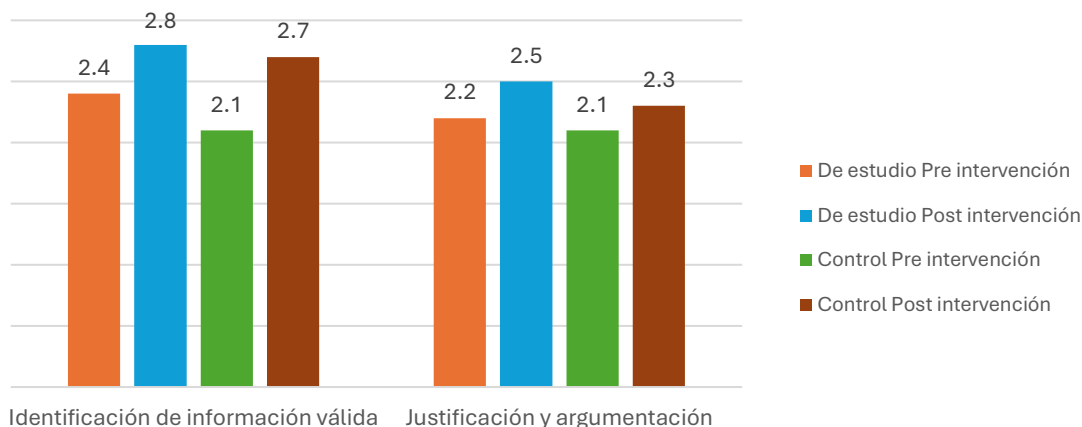
Tabla 9. Efectividad grupo control y grupo de estudio prueba CCTT pre test.

DATO	VALOR
VALOR DE α	0.01
VALOR W	33
VALOR CRITICO W	84
POBLACION (n)	26
CONDICIÓN	$H_1 = \text{"El puntaje del post test es significativamente mayor que el del pre test."}$ Si: $W \leq \text{Valor Crítico W}$

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del CCTT.

En la tarea 1, la mejora en la capacidad para diferenciar entre argumentos válidos sugiere que las y los estudiantes comienzan a desarrollar una conciencia sobre el valor de la evidencia científica frente a opiniones que carecen de un sustento comprobable, ver Figura 10. Este crecimiento es clave pues marca una transición desde lo intuitivo hacia el análisis y la lógica, características importantes en el quehacer cognitivo del pensamiento crítico.

Figura 10. Resultados comparativos de la tarea #1 del ICEPC pre test y post test.

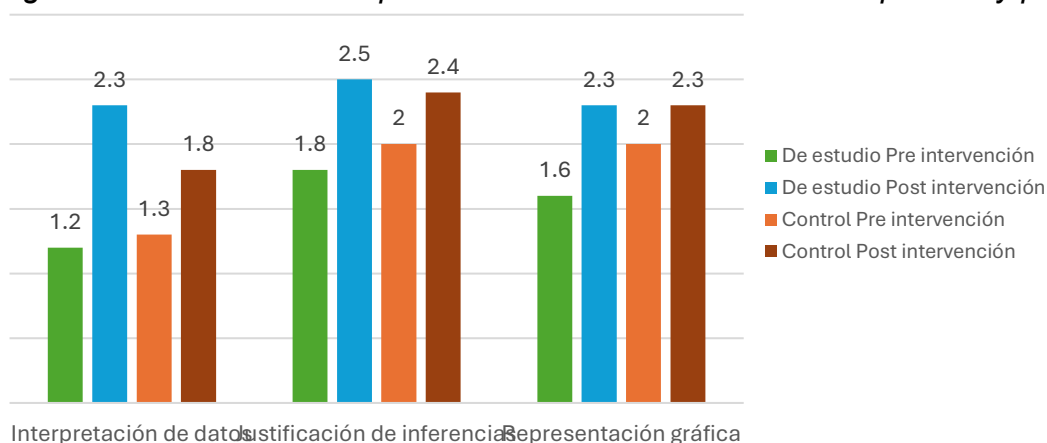


Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

La segunda tarea muestra avances moderados en la formulación de hipótesis, lo cual es significativo comparado con la tendencia inicial del alumnado a responder desde prejuicios y la falta de relación con los datos proporcionados. Se observa evidencia de que la intervención didáctica ha promovido la distinción entre hechos observables y opiniones subjetivas, de igual manera, se impulsó la creación de conjeturas más estructuradas y coherentes con los datos. En su mayoría, las explicaciones proporcionadas mantienen relaciones causales lógicas al tema de análisis. Por último, las representaciones gráficas también han incrementado en detalles y la correspondencia al tema propuesto, si bien no se relacionan con habilidades del pensamiento crítico, manifiesta una mayor profundidad en la apropiación de la situación, clave para un análisis adecuado, como se muestra en la Figura 11.

Al contrastar el nivel de desempeño en el grupo de estudio como el control, se evidencia que el segundo ha tenido un incremento en las diferentes áreas, esto se puede relacionar con la exposición a otras metodologías en las diversas asignaturas. Sin embargo el acrecentamiento es mayor en el grupo de estudio con una alta correlación al trabajo de intervención objeto del actual estudio.

Figura 11. Resultados comparativos de la tarea #2 del ICEPC pre test y post test.



En la última de las tareas donde se incorporan elementos socioemocionales a través de situaciones contextualizadas, se observa una mayor profundidad en las respuestas. Las y los alumnos muestran una mejoría en la capacidad para observar las variables de la problemática y comprender la complejidad de la misma. Las propuestas de solución que plantean las y los evaluados indican un desarrollo más elaborado que integran múltiples elementos a considerar (económicos, socioculturales, personales, afinidades, etc.).

Aunque persisten dificultades para anticipar consecuencias personales, familiares y laborales que influyen en la elección, es palpable el efecto positivo de la intervención en el grupo de estudio (ver Figura 12). El canal lingüístico-auditivo sigue observándose como aquel con mayor afinidad en la mayoría del estudiantado, además de que se aprecian avances en la facilidad para transmitir ideas en forma escrita. En comparación con el grupo control, el incremento es mayor en aquellas y aquellos alumnos que participaron en la intervención. En las Tablas 10, 11 y 12, se proporciona un análisis comparativo entre las respuestas pre y post intervención.

Figura 12. Resultados comparativos de la tarea #3 del ICEPC pre test y post test.

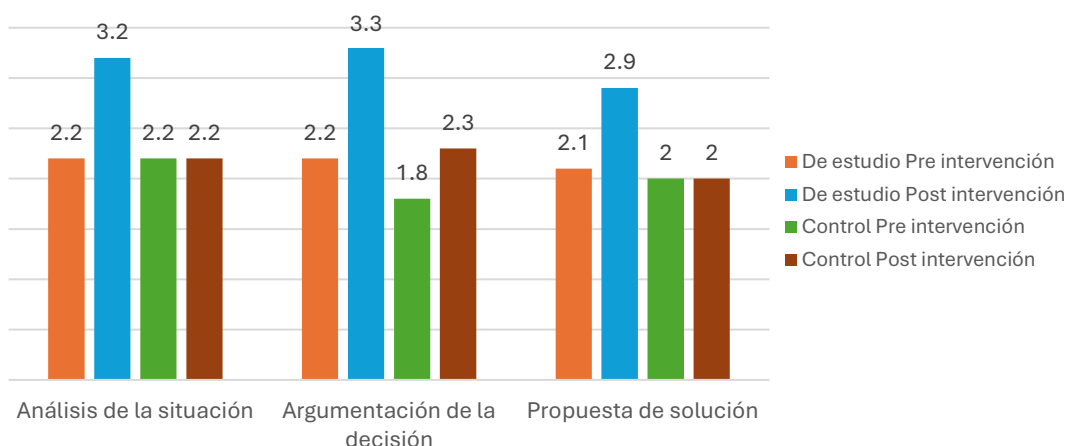


Tabla 10. Análisis descriptivo de la tarea # 1 del ICEPC grupo de estudio, pre y post intervención.

PREGUNTA	OBJETIVO DEL CUESTIONAMIENTO	EJEMPLO DE RESPUESTA PRE TEST	EJEMPLO DE RESPUESTA POST TEST	OBSERVACIONES
a) Con base en la lectura anterior, Pre - ¿cuáles son las principales causas de diabetes tipo 1 y tipo 2? Post - ¿cuál es el papel de las lechuzas en el ecosistema?	Identificar la capacidad para discernir entre información validada y aquella que carece de sustento.	<i>“Puede ser por herencia y malos hábitos alimenticios como el sobrepeso” (3C-A24).</i> <i>“Se relaciona con problemas en el páncreas, no produce insulina o el cuerpo no la utiliza correctamente” (3C-A11)</i>	<i>“Son aves que tienen una importancia ecológica y no representan ningún peligro ” (3C-A24).</i> <i>“Ayudan a controlar la población de roedores e insectos” (3C-A11)</i>	Identifican las fuentes con mayor validez tanto en el pre y post intervención, las respuestas carecen de profundidad, pero se relacionan con la información de manera adecuada.
a)¿Cuál de las siguientes afirmaciones consideras que tiene mayor validez?	Observar la habilidad para juzgar información y su fuente.	<i>“Es un hecho conocido que factores como la genética, el sobrepeso y un estilo de vida sedentario aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2” (3C-A28).</i>	<i>“Las lechuzas son aves que ayudan a controlar la población de roedores e insectos” (3C-A28).</i>	Identifican aquellas fuentes de información relacionadas con hechos comprobables e investigados por la ciencia. A pesar de que existen algunas contradicciones con las creencias populares.
Explica ampliamente el motivo de elegir esta opción.	Indagar en la formación de argumentos y criterio propio.	<i>“Porque ya es un hecho de estudio de la ciencia a demostrado que la genética, el sobrepeso y el estilo de vida, son o aumentan el riesgo, que viendo el ejemplo de varios casos si creo que sea la 2” (3C-A28).</i>	<i>“Yo escogí la 2 porque tiene un respaldo científico, que quiere decir que tiene un porque” (3C-A28)</i>	Reafirma la relación entre hechos comprobables mediante la ciencia como un referente que proporciona validez a las afirmaciones.
Explica ampliamente el motivo de rechazar la otra opción.	Indagar en la formación de argumentos y criterio propio.	<i>“Rechazo la primera opción ya que es un mito y no tiene respaldo científico en mi opinión pienso que es una mentira” (3F-A12)</i>	<i>“Por que a comparación de la otra opción esta no tiene un respaldo científico solo es un mito” (3F-A12)</i>	La elección esta fundamentada en un valor de credibilidad, esto indica una capacidad para dudar de argumentos que no han sido comprobados.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

Tabla 11. Análisis descriptivo de la tarea # 2 del ICEPC grupo de estudio, pre y post intervención.

PREGUNTA	OBJETIVO DEL CUESTIONAMIENTO	EJEMPLO DE RESPUESTA PRE TEST	EJEMPLO DE RESPUESTA POST TEST	OBSERVACIONES
a) Con base en los datos revisados: Pre - ¿qué puedes decir sobre el consumo de alcohol en los últimos 20 años? Post - ¿qué puedes decir sobre la tendencia de embarazos?	Observar aptitudes para análisis de información y jerarquización de datos.	<i>“Qué hay más adolescentes que están consumiendo alcohol” (3C-A22)</i>	<i>“Qué ha aumentado los embarazos en adolescentes, porque no utilizan métodos anticonceptivos y porque no saben de información sobre salud sexual y reproductiva y que son adolescentes de entre 12 y 19 años” (3C-A22)</i>	Consideran los datos mostrados en la actividad para dar sentido a sus argumentos
b) Escribe 3 posibles causas o motivos que se relacionen con los datos anteriores.	Observar el nivel de desempeño en la creación de conjeturas e hipótesis.	<i>“1. La popularidad, 2. amistades, 3. problemas” (3C-A15)</i> <i>“1. Tenían problemas, 2. Por sus problemas empezaron a tomar, 3. Terminaron siendo alcohólicos” (3C-A21)</i>	<i>“1. La popularidad, 2. amistades, 3. Problemas” (3C-A15)</i> <i>“1. Puede ser por la falta de información acerca de las relaciones sexuales, 2. falta de uso de métodos anticonceptivos, 3. También puede ser por manipulaciones en las parejas o la presión por tener relaciones” (3C-A21)</i>	Las conjeturas realizadas avanzan en profundidad, además consideran otros aspectos de mayor complejidad como precursores a los problemas planteados.
Elige una de tus explicaciones y escribe una justificación que ejemplifique ampliamente la razón o motivos. Puedes usar datos, ejemplos y hechos de tu comunidad para dejar en claro el porqué de tu suposición.	Indagar en aptitudes para transmitir su pensamiento de forma clara y profunda,	<i>“Justificación: esto por que entre ,mas personas toman aumenta la venta de alcohol y esto llega a mas personas y mas personas conocen el alcohol” (3C-A15)</i> No hubo respuesta al cuestionamiento. (3C-A17)	<i>“Justificación: la mayoría de los adolescentes tienen acceso a un celular y ponen mas atención, porque algunas personas en redes sociales dicen que es lo mejor pero no dicen como prevenir los embarazos ” (3C-A15)</i> <i>“Justificación: en las escuelas no hablan del tema del embarazo porque puede que así sean las reglas pero es algo completamente normal, mientras o se sabe nada de las relaciones sexuales y el embarazo hasta la secundaria” (3C-A17)</i>	Se observa un ligero aumento en la capacidad para estructurar sus ideas pretenden organizar la información de manera clara lo que mejora la intención comunicativa. En la evaluación pre intervención se dejaron preguntas sin responder, esta tendencia cambio para el post test.
Realiza una representación o dibujo sobre la explicación y los motivos.	Observar la capacidad para transmitir su pensamiento de manera ordenada y profunda desde una representación gráfica y/o artística.	NO APLICA	NO APLICA	Se presentó un aumento en el número de alumnas y alumnos que realizaron la actividad de la representación gráfica, solo se observaron 2 alumnas que pusieron mayor énfasis en la realización del dibujo, lo que sugiere una habilidad para ello.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

Tabla 12. Análisis descriptivo de la tarea # 3 del ICEPC grupo de estudio, pre y post intervención.

PREGUNTA	OBJETIVO DEL CUESTIONAMIENTO	EJEMPLO DE RESPUESTA PRE TEST	EJEMPLO DE RESPUESTA POST TEST	OBSERVACIONES
c) Pre - ¿Por qué crees que la pareja de Juan actúa de esa manera? Post - ¿Por qué crees que Miguel se sienta de esa manera?	Observar aptitudes para formulación de supuestos hipotéticos.	“Pues yo creo que a lo mejor Ana actúa así porque a lo mejor tiene algún problema. Realmente no sé definir lo que tiene en realidad porque pues puede ser que otra cosa y Juan esté pensando de manera diferente, o sea, se esté idealizando otras cosas, mal pensando y así.” (3C-A27).	“Creo que Miguel se siente así porque entra en un estado de cuestionamiento en el que debe elegir si casarse con la idea de lo que quieren sus padres. Él elige administración porque piensa que es mejor para las personas, pero en realidad lo que le gusta es la ciencia. Además, se le da muy bien las matemáticas y ha estado considerando otras cosas. Así que, más que nada, se siente así porque tiene miedo de escoger algo equivocado...” (3C-A27)	Muestran un avance en la capacidad de formular suposiciones, realizan conjeturas y considera múltiples variables y estructuran sus argumentos adecuadamente.
d) Pre - ¿Qué recomendarías hacer para averiguar y esclarecer las dudas si tu fueras Iker? Post – ¿Qué recomendarías hacer para evaluar la situación si fueras Fernanda?	Evidenciar las habilidades para crear juicios en función de valores y justicia.	“Pues podría aclarar las dudas estaqueando sus redes sociales. Para buscar a alguien pues que... Normalmente no sea algo relacionado con ella. También se podría preguntar a sus amigos que no son tan cercanos a ella ni tampoco de confianza. Para que en caso de que lo engañaran pues no le taparan la mentira a la pareja. La otra sería aclararle los sentimientos, lo que siente y hablar con ella. Preguntarle directamente si es que él lo está engañando.” (3C-A12)	“Pues realmente yo le preguntaría más cosas relacionadas de cada uno de los temas. Entonces, donde vea que le da más confianza o que le da más inspiración al tema, yo diría que ahí sería una señal para entrar en esas dos capacitaciones.” (3C-A12)	Inicialmente fueron propuestas acciones que resultan éticamente cuestionables, en el segundo momento esta tendencia cambia al considerar la opinión y emociones de los involucrados.
b) Pre - ¿Qué consejo o propuesta harías a Juan? Post - ¿Qué consejo o propuesta le harías a Miguel?	Mostrar capacidades para ofrecer una respuesta o solución al problema de manera razonada.	“Yo le diría que hablara con ella para aclararlo, que le contara lo que vio, cómo se sintió y preguntarle por qué lo hizo o qué fue lo que pasó, o sea, cómo fueron realmente las cosas, y que hablando se aclare todo.” (3C-A2)	“Bueno, el consejo que le daría a Miguel sería que explore sus intereses, que hable con personas que ya hayan pasado por eso o con maestros, y que empiece a pensar en temas en los que se sienta bien. Por ejemplo, no sé, si en ciencias de la salud le interesa ayudar a las personas, o si le gusta más la matemática o ese tipo de cosas, y que empiece a pensar en los temas que más le divierten y no se le dificultan.” (3C-A2)	Mientras que algunas alumnas y alumnos ofrecen propuestas superficiales y carentes de objetividad, otros mantienen un buen juicio en ambos momentos.
b) Pre - Si tu fueras Juan, ¿qué decisión tomarías respecto a seguir o no con la relación? Post - ¿Si fueras Miguel que decisión tomarías?	Observar el proceso de toma de decisiones.	“Si me diera una respuesta válida y estuviera segura de lo que me dijera, pues seguiría con la relación. Y si la respuesta no es tan creíble y como que hay dudas entre cada palabra que dice, pues no, pues no seguiría.” (3C-A15)	“Pues después de hacer todas las investigaciones, elegiría la más adecuada. Por lo que veo, pues es bueno en todo, ¿verdad? Pero investigando y conociéndose uno más en sí mismo, pues podría cambiar la situación en las perspectivas de uno o de Miguel.” (3C-A15)	Las respuestas post test muestran un incremento en las habilidades críticas, el alumno considera obtener previamente información, considera las habilidades y reflexiona sobre sus acciones (metacognición).

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de ICEPC

En general el grupo experimental muestra un crecimiento significativo en estándares como identificación de fuentes confiables de información, así como criteriológica. Se observan mejoras en la capacidad para argumentar y formular suposiciones en la búsqueda de respuestas. Aunque se perciben avances en la capacidad para evaluar sus propuestas, en general continúan con dificultades para realizar el proceso metacognitivo que permite valorar los planteamientos propios, así como visualizar múltiples variables y explicaciones al problema planteado.

3.5.2. CCTT post intervención

Respecto al CCTT, los resultados indican una mejora discreta pero constante del grupo de estudio, con excepción del aspecto de inducción que muestra un decremento. Habilidades como la credibilidad, la deducción y la capacidad para identificar supuestos han crecido en los niveles de efectividad en comparación con el grupo control que refleja un estancamiento o incluso retroceso en algunas áreas evaluadas.

Al comparar los resultados totales del pre y post test, el grupo de estudio ha tenido un incremento en la calificación promedio de 48.7% a 50.08%, si bien este valor se encuentra por debajo del reportado por el autor como satisfactorio (85%), en contraste con el grupo control que muestra un decremento de 2.4%, los valores obtenidos en el primero son indicativo de un efecto positivo posterior a la intervención, como se muestra en la Tabla 13.

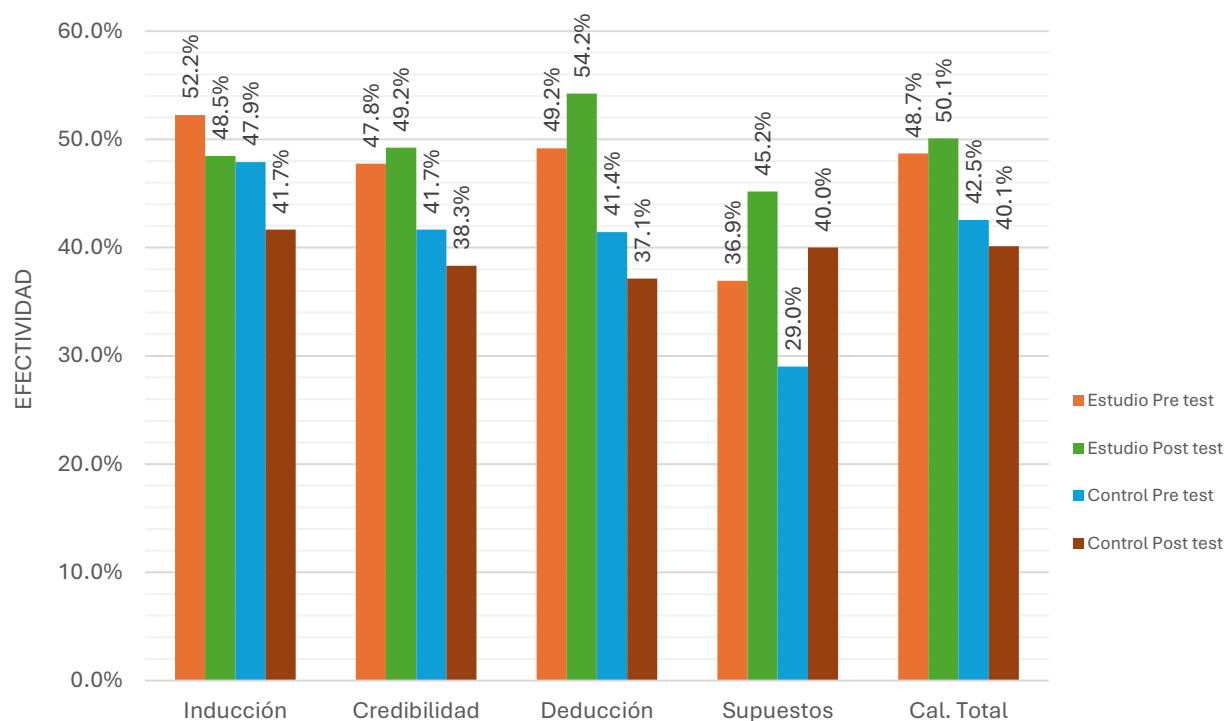
Tabla 13. Efectividad comparada entre pre y post test prueba CCTT.

ASPECTO	GRUPO DE ESTUDIO			GRUPO CONTROL	
	Efectividad pre test	Efectividad post test	MAXIMO POSIBLE	Efectividad pre test	Efectividad post test
INDUCCIÓN	12.5 (52.24%)	11.6 (48.46%)	24	11.5 (47.92%)	10.0 (41.67%)
CREDIBILIDAD	11.5 (47.76%)	11.8 (49.23%)	24	10 (41.67%)	9.2 (38.33%)
DEDUCCIÓN	6.9 (49.18%)	7.6 (54.23%)	14	5.8 (41.43%)	5.2 (37.14%)
SUPUESTOS	3.7 (36.92%)	4.5 (45.19%)	10	2.9 (29.00%)	4.0 (40.00%)
CAL. TOTAL	34.6 (48.70%)	35.6 (50.08%)	71	30.2 (42.54%)	28.5 (40.14%)
TOTAL CORREGIDO	16.4	17.8		9.4	6.7

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del CCTT

El porcentaje obtenido por el grupo control en el componente de inducción, aunque muestra una disminución (-3.78%) post test, se mantiene por encima del grupo control (-6.25%). Esto podría indicar un afianzamiento parcial en la habilidad para derivar patrones y relaciones lógicas a partir de los datos observables, aunque conserva algunas inconsistencias. La credibilidad de las fuentes, uno de los aspectos clave del juicio crítico, evidencia una mejora ligera (+1.47%) en el grupo experimental en contraparte el grupo control ha reducido su porcentaje de efectividad (-3.34%). Esto apunta a que las actividades planteadas en la intervención permitieron una mejor comprensión de la importancia de la experiencia y la intención de quienes emiten la información, es decir el juicio de las fuentes de información, lo cual es vital para evaluar su confiabilidad (ver Figura 13).

Figura 13. Efectividad comparada por ámbito del CCTT pre y post test. Grupo control y de estudio.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del CCTT.

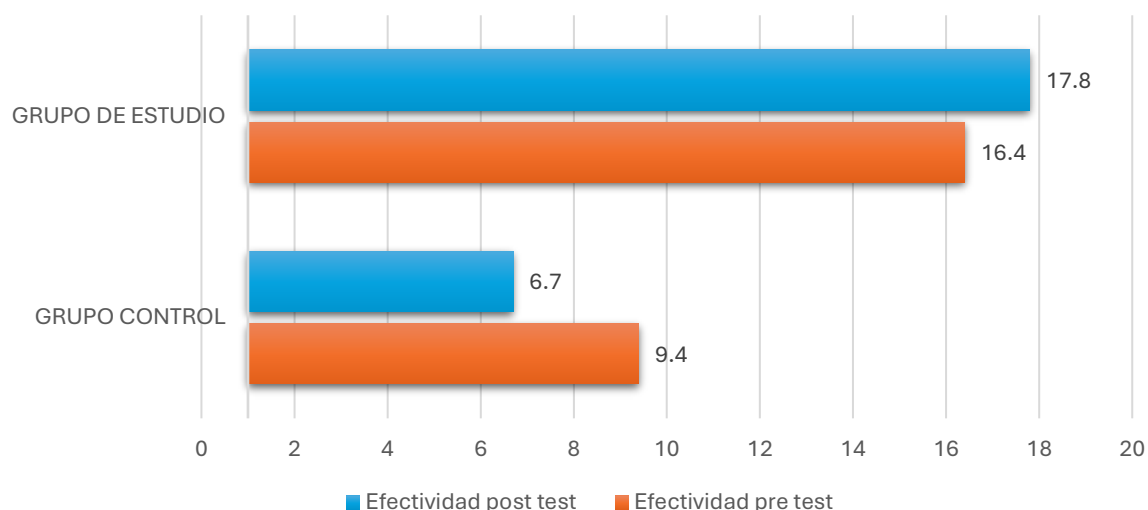
La capacidad de deducción presenta mayor avance que las anteriores áreas, las y los estudiantes del grupo de estudio lograron una mejora destacable (+5.05%) en el pre test, mientras que el grupo control continuó con la tendencia negativa (-4.3%). Las y los estudiantes del primer grupo demostraron una mayor capacidad para vincular hechos y extraer conclusiones lógicas, posiblemente como resultado del enfoque en el método científico y la práctica del razonamiento estructurado durante la intervención (ver Figura 13).

El aspecto con el aumento más significativo para el grupo de estudio es la identificación de supuestos (+8.27%), aunque se ha de marcar que el grupo control mostró un crecimiento aún mayor que el primero (+11%). Este comportamiento es

objeto de reflexión por el posible impacto de otras estrategias en diferentes asignaturas, que tienen como objetivo el desarrollo del pensamiento crítico, por lo tanto a conveniencia del presente estudio se considera al incremento desde la particularidad del grupo de estudio como una mejora en el área referida. Para el análisis crítico, este atributo es clave, ya que implica reconocer e identificar vacíos informativos para formular inferencias implícitas que dan solidez a la argumentación y observaciones. Las y los alumnos expuestos a las actividades basadas en el método científico, han mejorado considerablemente su capacidad para observar detalles excluidos de los datos inicialmente planteados, cuestionarse sobre elementos que enlazan las acciones y previsualizar múltiples escenarios, figura 13.

El puntaje corregido refuerza la efectividad del programa aplicado, el resultado muestra un aumento global en el promedio del grupo de estudio (+1.4 puntos), en contraste con una caída en el promedio del grupo control (-2.7 puntos), los datos se muestran en la Figura 14.

Figura 14. Efectividad total corregido del CCTT pre y post test. Grupo control y de estudio



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del CCTT.

Para otorgar validez a los datos obtenidos, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los promedios obtenidos pre y post intervención del grupo de estudio, con un valor de $r=0.303$ (correlación baja positiva). Los resultados mostrados en ambas pruebas sugieren que existe una mejora general en la destrezas y aptitudes hacia el pensamiento crítico. Si bien las diferencias en algunos ítems hacen discutible los alcances positivos de la intervención, sobre todo relacionados al nivel de logro y apropiación de las habilidades relacionadas con el método científico, se ha de tener a consideración particularidades como la complejidad propia de fomentar este tipo de pensamiento, así como de evaluar al mismo, el tamaño de la muestra y efectos propios de los diferentes contextos de alumnas y alumnos.

CONCLUSIONES

Pensar críticamente se ha establecido como un objetivo idealizado en el desarrollo cognitivo humano, no es una actividad exclusiva de los espacios académicos o reservada para el aula. Esta se traslada a cada aspecto de la vida, desde lo cotidiano hasta lo excepcional, su objetivo consiste en poner en marcha el más puro razonamiento cognitivo para averiguar a través del mismo, el proceder filosófico, ideológico, actitudinal y la propia praxis. En un contexto caracterizado por la inmediatez, la sobreinformación y las constantes transformaciones sociales y tecnológicas, esta habilidad del razonamiento se convierte en una necesidad. El pensamiento crítico faculta a los individuos para comprender mejor su entorno, evaluar las múltiples opiniones que lo construyen y fundamentar su actuar.

Los espacios de construcción académica no pueden permanecer ajenos a esta necesidad y exigencia de formación, las aulas no pueden continuar siendo un espacio de reproducción pasiva. Deben transformarse en un terreno fértil que permita cuestionar lo establecido, la duda razonada, el juicio imparcial y la investigación activa. Es menester entonces de las y los educadores, así como, de las y los investigadores educativos, otorgar al estudiantado estrategias y herramientas metodológicas que medien y acompañen el razonamiento.

En el subvenir educativo, y en particular en la enseñanza de ciencias como la química, desarrollar el pensamiento crítico en las y los estudiantes a través de estrategias secuenciadas como el método científico, otorga a los educandos la

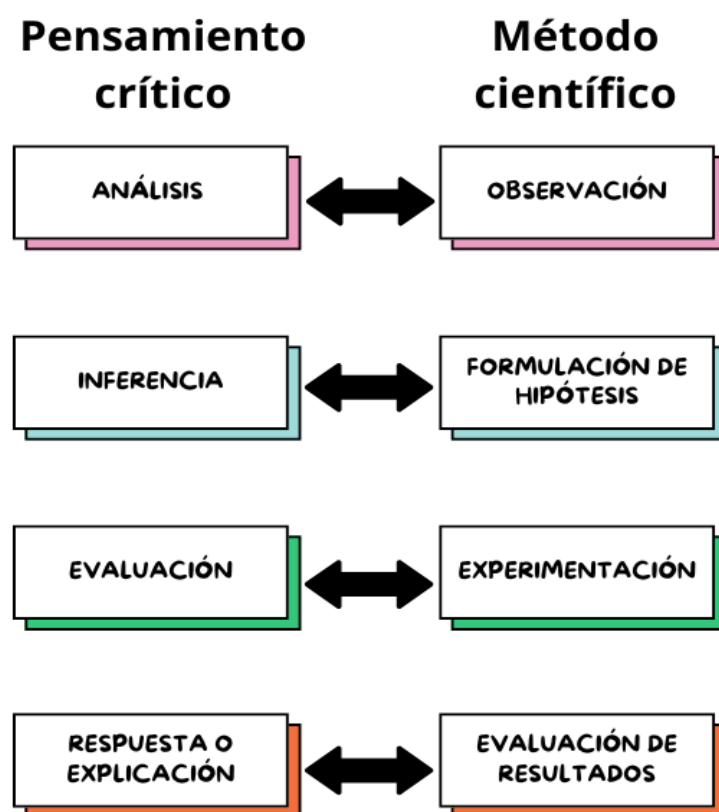
posibilidad de cumplir con la difícil tarea de conducir el juicio crítico de manera efectiva. En suma, se deben visualizar opciones pedagógicas que inmiscuyan herramientas tecnológicas, considerando el contexto actual, donde los avances en las áreas de la informática, comunicación, computación y robótica están cambiando los paradigmas de la enseñanza-aprendizaje.

Con base en las anteriores aseveraciones, el presente estudio encuentra su significancia, el planteamiento hipotético fue pertinente a la búsqueda de una respuesta a, ¿Si el pensamiento crítico en alumnas y alumnos de nivel secundaria en la asignatura de química puede promoverse mediante el uso de secuencias didácticas basadas en el método científico y la utilización de laboratorios cibertrónicos como estrategia metodológica? Los resultados que arrojó esta investigación son concluyentes, se observa una clara relación de correspondencia entre los procesos necesarios para el pensamiento crítico y la mediación de estos, a través de las fases o pasos correspondientes al método científico(ver Figura 15).

De igual forma, se reconoció que el uso de la tecnología como un medio para lograr el aprendizaje como fin, es coherente con los requerimientos de innovación educativa. De tal manera que la utilización de los laboratorios cibertrónicos, específicamente el diseñado para esta investigación, con el uso de WhatsApp como estrategia didáctica, se muestra como una opción altamente prometedora. Por tanto, la hipótesis planteada se cumple, dejando constancia primero de la correspondencia entre el empleo de estrategias didácticas basadas en el método

científico en la materia de química, y la promoción del pensamiento crítico en alumnas y alumnos del tercer año de secundaria, tras la implementación de un laboratorio cibertrónico como estrategia metodológica.

Figura 15. Correlación teórica/práctica entre el pensamiento crítico y el método científico



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del estudio.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos de investigación en el presente estudio, se han de desahogar los alcances de estos desde lo particular. El primer objetivo específico, se buscó dilucidar la conexión entre el pensamiento crítico y los procesos del método científico. En función del análisis teórico desarrollado a lo largo

del primer capítulo, se deja claro que existe una correspondencia entre ambos. No solo desde el marco conceptual que se logró a través del diálogo entre autores referentes de estos temas, como Facione (1990), Ennis (2011), Bacon (1620), Ñaupas (2018), entre otros. Que permite observar desde sus particularidades elementos convergentes entre el método científico y el pensamiento crítico, como la observación, la evaluación de información, la inferencia lógica y la metacognición.

Además, se ha construido un referente práctico que demuestra a través del análisis de diversas estrategias metodológicas, que tienen como base en su estructura de aplicación el método científico, la capacidad para inferir en el pensamiento crítico. El análisis de diversas visiones pedagógicas como el ABP, ABI, ABR y el CTIAM (mejor conocido como STEAM, por sus siglas en inglés). Esto proporcionó la fundamentación experiencial para determinar que existe una correlación del pensamiento crítico y el método científico. Con ello se concluye que este objetivo se cumplió a cabalidad y se observó como un eje rector para el proceder de esta investigación(ver figura 15).

Para realizar una intervención educativa pertinente a las necesidades de este estudio, fue requerida una evaluación desde tres frentes complementarios. Por un lado, el análisis de las dinámicas tradicionales en contraste con las contemporáneas, empleadas para la enseñanza-aprendizaje de la química en nivel secundaria. Esta comparativa arrojó evidencias no solo de un estancamiento, sino de, un decremento en la dinámica educativa ideal. Es posible que esta reducción en

la complejidad de la asignatura y la ausencia de metodologías renovadas, atiendan a los marcos filosóficos-pedagógicos de cada reforma educativa.

Se deja constancia de que, las actuales necesidades de formación educativa en química y otras áreas, requiere de la inclusión de elementos metodológicos alejados de la mera trasmisión-memorización del conocimiento. Además, se debe replantear los objetivos que se buscan en esta área de la ciencia para la educación básica. No solo por la baja complejidad y contenidos observados en este nivel, sino por la pérdida de habilidades que capacitan a las y los alumnos en la comprensión e intervención del mundo que los rodea.

Por otra parte, al evaluar la pertinencia de un enfoque didáctico innovador que favoreciera la necesidad tecnológica requerida por el contexto actual, y la aplicación del método científico como eje rector de esta visión metodológica. Se encontró en los laboratorios cibertrónicos una poderosa opción para cubrir este requerimiento. Este recurso atiende a la teoría del conectivismo, otorgando significancia. También, se observa como una metodología activa y permite desde la tecnología traducir conocimientos científicos complejos y subjetivos, hacia experiencias significativas y contextualizadas. Partiendo desde la indagación, formulación de inferencias, experimentación, evaluación y reflexión, se faculta a los individuos con una estructura secuenciada para dirigir la conciencia hacia un fin crítico.

En la tarea de medir las habilidades y aptitudes para el pensamiento crítico, se ofrecen múltiples y variadas opciones, hay una diversidad de autores desde Ennis & Millman (1985), Facione (1990), Halper (2006), Rivas & Saiz (2012), entre otros. La elección de la herramienta adecuada es dependiente de las características de la población de estudio y las necesidades del investigador. Sin embargo, la mayoría de estos recursos de evaluación son diseñados para niveles de educación superior. Esto despierta una necesidad de adaptación y/o propuesta para niveles inferiores, entendiendo la relevancia que se otorga al pensamiento crítico en la actual reforma educativa mexicana del 2022.

El anterior análisis, permite en consecuencia determinar que el cumplimiento del segundo objetivo específico fue positivo. Se han descrito ampliamente los procesos en la enseñanza-aprendizaje de la química. Desde los antecedentes, pasando por las estrategias utilizadas tradicionalmente y las necesidades pedagógicas actuales. De igual manera, al analizar los laboratorios cibertrónicos como una opción metodológica, su estructura, pertinencia y experiencias de aplicación. Así como, observar las opciones instrumentales para realizar el diagnóstico del pensamiento crítico, sembraron las bases para el diseño e implementación de una intervención adecuada, con el fin de promover la mencionada faceta del pensamiento.

El tercer objetivo específico cuya tarea consistió en evaluar los alcances de una intervención didáctica fundamentada en el método científico, que a su vez

buscó incrementar las capacidades críticas del pensamiento. Se puede concluir de forma general que fue cumplido satisfactoriamente. Los resultados obtenidos mediante los instrumentos aplicados (ICEPC y CCTT), evidenció mejoras en dimensiones clave del pensamiento crítico, como la argumentación, la realización de inferencias lógicas, la evaluación de las evidencias y la metacognición, en las y los estudiantes intervenidos.

Para el ICEPC los resultados post intervención mostraron un incremento sustancial en todas las áreas y globalmente un aumento de 6 puntos, que lo posicionan en el nivel bueno en las capacidades críticas. Con respecto al CCTT aspectos como la identificación de supuestos (+8.27%) y la deducción (+5.05%) mostraron los mayores avances posterior a la intervención. Estas habilidades son claves para identificar la veracidad de la información y generar predicciones lógicas. Destrezas sumamente necesarias en el contexto actual. Los puntajes totales en esta prueba mostraron un resultado positivo en el crecimiento de las aptitudes para el pensamiento crítico después de la intervención (+1.4 puntos), lo que muestra una correlación positiva entre la metodología y el crecimiento del pensamiento crítico.

Este trabajo no solo dejó constancia de la capacidad proliferativa de la mencionada metodología hacia el pensamiento crítico, sino que, además se documentaron múltiples hallazgos positivos en la implementación y uso de WhatsApp como laboratorio cibertrónico. Primero, la participación de las y los alumnos se vio incrementada considerablemente. En la práctica tradicional es

posible identificar características en el desempeño individual y colectivo. Algunas de ellas es la motivación e implicación en las actividades.

Es probable observar por regla general, alumnas y alumnos en específico que suelen relegarse de estas actividades. En el caso del uso del mencionado recurso metodológico, el 100% de los docentes participaron activamente. Esto puede considerarse como una ventaja de los recursos tecnológicos y el empleo innovador de elementos teórico-prácticos, que atienden a los intereses, contexto y dinámicas actuales de las y los estudiantes. De igual manera, WhatsApp entendido como un laboratorio cibertrónico, ofreció facilidades para el seguimiento de las actividades en tiempo real. Este beneficio también se observó por parte de las y los alumnos, que al tener un espacio digital que permitió la inmediatez, pero además el almacenamiento de la información, las consultas de instrucciones, resolución de dudas y retroalimentación fueron atendidas en lo mediato, aun a través de la distancia.

La mediación metodológica desde la tecnología generó un ambiente motivador, interactivo y colaborativo. Además, la integración de múltiples herramientas disponibles en el propio laboratorio cibertrónico, permitió atender las diferentes formas de representación y comunicación de las y los estudiantes. En suma, la integración de IA en las actividades propuestas resultó apropiada a la evolución lógica de las habilidades necesarias para la resolución de problemas en el estudiantado actual y del futuro.

Esto debe ser entendido, no como la sustitución o decaimiento del papel docente y del alumno como constructores del conocimiento, sino como una reconfiguración del proceso enseñanza-aprendizaje. El nuevo paradigma educativo instaura al profesor como promotor de entornos de aprendizaje enriquecidos, donde la tecnología, incluida la IA, es una aliada para potenciar la autonomía, la colectividad y el propio pensamiento.

La metodología empleada en este trabajo investigativo demostró ser adecuada en función de los objetivos planteados y las necesidades del contexto educativo donde se desarrolló. No solo por el cumplimiento de estos, sino que, al atender a un enfoque mixto de corte cuasiexperimental, permitió vincular el análisis documental, la observación empírica y los efectos de una intervención didáctica en un grupo de estudio y contrastarlo con un control negativo. Esto a través de herramientas de evaluación cuantitativas y cualitativas que han cubierto acertadamente las necesidades de exploración y ofrecieron una visión profunda de los diferentes rubros de análisis del pensamiento crítico.

El enfoque metodológico permitió integrar una triangulación entre el análisis teórico, la reflexión pedagógica, el contexto actual y la necesidad de formación en el área del pensamiento. Para crear una propuesta metodológica que cumplió con los fines establecidos, fomentar desde la práctica educativa, a través de un recurso pedagógico basado en un método seriado y mediado por la tecnología, el desarrollo de una compleja faceta cognitiva como lo es el pensamiento crítico. Por lo tanto, se

concluye que la metodología propuesta fue adecuada, tanto en su diseño como en su implementación, al proporcionar un marco flexible, contextualizado y robusto para evaluar la relación entre el área del pensamiento analizada y el método científico.

El método científico como recurso mediador del pensamiento crítico, deber ser observado como un acompañante de las y los profesores en la tarea educativa diaria. No solo en las áreas científicas, sino en todas las disciplinas a través de metodologías que lo integran como base para su realización. Se ha de prestar atención a las bondades de cada fase del método y su relación con la búsqueda de respuestas desde la razón y la lógica.

Otro de los aportes de esta investigación se relaciona con la implementación de recursos tecnológicos a los procesos educativos, y como desde estos se satisfacen necesidades metodológicas de formación actuales y futuras. El uso de WhatsApp como instrumento para el aprendizaje, aún y cuando su fin de creación es distinto a este, ofrece una gran cantidad de ventajas. Desde la inmediatez de la interacción, pasando por la diversidad de herramientas que ofrece y quizá la ventaja medular de la misma, es decir, la familiaridad, accesibilidad y aceptación.

La aplicabilidad de este recurso en el quehacer educativo podría resolver eventualidades como el trabajo a distancia, el seguimiento personalizado y contrarrestar en cierta medida el rechazo a otras plataformas educativas al menos en los primeros niveles de educación.

Entre las tareas pendientes y proyecciones para este equipo de investigación, se encuentra desarrollar y evaluar una opción para el trabajo evaluativo del pensamiento crítico, que integre diferentes aspectos de este. Se requiere un instrumento adecuado para los niveles de educación básica, con ítems contextualizados para la población mexicana. Además, debe atender a las diferencias y particularidades permitiendo a los evaluados diversas formas de transmitir y apropiarse de la información.

La utilización de un recurso procedimental seriado como el método científico, entendido, como una herramienta que conduzca a pensar críticamente. No debe ser visualizado como la única forma de mediar el razonamiento. Se deben integrar elementos que faculten a los individuos para considerar en sus respuestas, los factores éticos y morales. Además, incluir en su análisis una visión de bien colectivo y la plena intención de lograr la mejor respuesta al cuestionamiento, todo acompañado desde un conocimiento profundo del tema de análisis. Sin embargo, este trabajo ofrece a todas y todos, una opción metodológica simple, clara, accesible y comprobada, para buscar a través de un camino estructurado las respuestas a cuestionamientos cotidianos o particulares.

REFERENCIAS

- Agámez, S., Lozano, K., Orejuela, Y. & Ortiz, K. (2023). *El OVA como herramienta didáctica basada en retos para el aprendizaje de las reacciones químicas con estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Rural Villa Nelly del municipio de Carepa, Antioquia*. (Tesis de Maestría), Antioquia, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Asensi, V. & Parra, A. (2002). El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. *Anales de documentación*, Vol. 1, Núm. 5, pp. 9-19.
- Bárcenas, J., Velasco, E. & Domínguez, J. (2015). Espacios en la Web para la formación de enfermeras: un laboratorio cibertrónico 3.0 como plataforma educativa. Recuperado de: <https://recursos.educoas.org/publicaciones/espacios-en-la-web-para-la-formaci-n-de-enfermeras-un-laboratorio-cibertr-nico-30-como> Fecha de consulta: 13 de abril del 2024.
- Benítez, M., Díaz, V. & Justel, N. (2023). Influencia del contexto en el desarrollo cognitivo infantil: revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, Vol. 21, Núm. 2, pp. 1-27. DOI: <https://doi.org/10.11600/rlcsnj.21.2.5321>
- Bezanilla, M., Poblete, M., Fernández, D., Arranz, S., & Campo, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, Vol. 44, Núm. 1, pp. 89-113.
- Bustillo, M. (2022). Realidad aumentada como tecnología disruptiva para la educación de química orgánica. En Aveleyra & Proyetti (1ª Ed). *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 84-97). España, Universidad.
- Cabero, A. & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para formación de los alumnos. *Prisma social*. Vol. 1, Núm. 17. Pp. 343-372.
- Caderecha, M. (1990). John Dewey: propuesta de un método educativo. I. Fundamentos, *Aula abierta*, Núm. 55, pp. 61-87.
- Calle, A. & Gerzon, Y. (2013). La evaluación de las habilidades del pensamiento crítico asociadas a la escritura digital. *Revista virtual Universidad Católica del Norte*. Vol. 1, Núm. 40, pp. 68-83. Recuperado en 11 de noviembre del 2024 de: <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194229200005.pdf>.

- Camacho, H. Casilla, D, & de Franco, M. (2008). *La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación*. Laurus, Vol.14, Núm.26, pp. 284–306.
- Castells, M. (1999). *La era de la información. Volumen I: La sociedad red*. México: Siglo XXI Editores.
- Celis, D. & González, R. (2021). Aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares. *Revista redicpe*. Vol. 10, Núm. 8, pp. 279-302. Recuperada abril del 2024 de: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1405>
- Chamizo, J. & Garritz, A. (1993). Contenidos propuestos de los programas de química de la secundaria y recomendaciones para los textos. *Educación Química*, Vol. 4, Núm. 3, pp. 134-159. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.1993.3.66810>
- Cruz, Y., Ibarra, M. & Rodríguez, L. (2023). El blog como recursos del prácticum en posgrados. *Revista Practicum*, Vol. 8, Núm. 1, pp. 36-52. DOI: <https://doi.org/10.24310/RevPracticumrep.v8i1.16713>
- De Juanas, A. (2013). Cuestionar las evidencias, educar en la reflexión: Robert H. Ennis, el estudio del pensamiento crítico y su influjo en la pedagogía del deporte. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. Vol. 9, Núm. 33, pp. 298-300.
- Demir, M., Bacanlı, H., Tarhan, S., & Dombaycı, M. A. (2011). Quadruple thinking: Critical thinking. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 12, p. 545-551. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.02.066
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2006). Acuerdo número 384 por el que se establece el nuevo Plan y Programas de Estudio para Educación Secundaria. Presidencia de la República. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2017). Acuerdo número 12/10/17 por el que se establece el plan y los programas de estudio para la educación básica: aprendizajes clave para la educación integral. Presidencia de la República. México.
- Díaz Barriga, F. (2006). Aprendizaje basado en problemas. De la teoría a la práctica: Carlos Sola Ayape (Dir. Ed.) México, Trillas, 2005, 221 pp. *Perfiles educativos*, 28(111), 124-127.
- Drucker, Peter. (1993). *La sociedad poscapitalista*. Argentina: Editorial Sudamericana.
- Duron, R., Limbach, B., & Waugh, W. (2006). Critical thinking framework for any discipline. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, Vol. 17, Núm. 2, pp. 160-166.

- Ennis, R. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. (Fragmento de tesis doctoral no publicado). Chicago, E.U.A. University of Illinois.
- Ennis, H. & Weir, E. (1995). *The Ennis-Weir critical thinking essay test*. E.U.A: Midwest Publications.
- Facione, P. (1990) Critical Thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. The California Academic Press.
- Fernández, E. (2017). Aprendizaje basado en proyectos: Elementos esenciales y fases. Publicaciones Didácticas. Vol. 1. Núm. 88, pp. 472-476.
- Fernández, O., Cárdenas, P. & Mesa, F. (2006). Rene Descartes, un nuevo método y una nueva ciencia. *Scientia Et Technica*, Vol. 3, Núm. 32, pp. 401-406. Recuperado el 01 de marzo del 2024 de: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911652071.pdf>
- Flores, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. México: INNE.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. (2 ed.). México: Siglo XXI Editores.
- Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuándo, para quiénes? *Química viva*, Vol. 4, Núm. 1, pp. 8-22.
- Gallegos, A. (2016). Hacia una nueva concepción epistemológica de la metodología científica. *Udistrital*, Vol. 3, Núm. 24, pp. 5-6.
- García, M. & Garzón, I. (2024). Reformas curriculares en México en educación básica en ciencias. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, Vol. 1, Núm. 55, pp. 159-162. Recuperado el 21 de agosto de 2024, de <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21056>
- Garritz, A. (2001). La educación de la química en México en el siglo XX. Vol. 45, Núm. 3, pp. 109-114.
- Gilbert, R., Rojo, M., Torres, J. y Becerril, H. (2018). Aprendizaje basado en retos. *Revista electrónica ANFEI digital*. Vol. 5, Núm. 9, pp. 1-11.
- Guayacundo, A. (2015). *El aprendizaje basado en proyectos para favorecer el pensamiento crítico en alumnos de primaria pública en la ciudad de Bogotá, Colombia*. (Tesis de Maestría). Nuevo León. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Gutiérrez, A. (2021). Metodología activa como estrategia didáctica en el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de la I.E. Máximo De la Cruz

- Solórzano de la ICA – 2019. (Tesis doctoral) Perú: Universidad Nacional San Luis Gonzaga.
- Guzmán, S. & Sánchez, P. (2006). Efectos de un programa de capacitación de profesores en el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico en estudiantes universitarios del Suroeste de México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol. 8, Núm. 2. Recuperado el 29 de agosto del 2023, de <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-guzman.html>
- Halpern, D. (2013). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. (5 ed). New York, Psychology press.
- Heppell, S. (1994). *Learning and the children of the information age*. Proceedings of the Second International Interactive Multimedia Symposium. Perth, Australia.
- Hernández, G., González, C. & Duque, O. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el nivel de educación primaria a través del uso de las TIC en el campo formativo de lenguaje y comunicación. *Educativa*. Revista electrónica de tecnología educativa, Vol. 53. Recuperado de: https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/260/Edutec_n53_Hernandez_Duque_Gonzalez
- Hernández, M. El diagnóstico educativo, una importante herramienta para elevar la calidad de la educación en manos de los docentes. *Atenas*, Vol. 3, Núm. 31, pp. 63-74.
- Huitt, W. (1998). *Critical Thinking: An overview, Educational Psychology Interactive*. Recuperado de: <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/critthnk.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1er trimestre 2024). Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ensu/> Fecha de consulta: de 04 de septiembre del 2024.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (2015). Aprendizaje basado en retos. Recuperado de: <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf> Fecha de consulta 10 de abril del 2024.
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of Argentine Chemical Society*. Vol. 92, Núm. 4, pp. 115-36.
- Jiménez, L. & Luque, M. (2022). Podcast como herramienta educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior. En Aveleyra & Proyetti (1ª Ed). *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 353-361). España, Universidad.

- Lara, L. (2022). Interacciones y consideraciones sistémicas en el aula virtual. En Aveleyra & Proyetti (1ª Ed). *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 1259-1270). España, Universidad.
- Largo, W., Zulunga, J., López, M. & Grajales, Y. (2021). Enseñanza de la química mediada por las TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*. Vol. 15, Núm. 2, pp. 261-288. DOI: /doi.org/10.15332/25005421.6527
- Layza, A., Andrade, E., Fabián, G. & Torres, G. (2022). Las TIC en la enseñanza de la química: Una revisión sistemática. *TecnoHumanismo*. Vol. 2, Núm, 3, pp. 1-10. DOI: doi.org/10.53673/th.v2i3.173
- Leal, F., Flores, M., Lucio, M., Gonzalez, A. & Cabero, J.(2022). Uso de las redes sociales virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje por estudiantes de ingeniería. En Aveleyra & Proyetti (1ª Ed). *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 663-671). España, Universidad.
- Lipman, M. (1987). Critical thinking: What can it be?. *Analytic Teaching*, Vol. 8, Núm. 1, pp. 5-12.
- Lira, R. (2010). Las metodologías activas y el foro presencial: su contribución al desarrollo del pensamiento crítico. *Revista Electrónica" Actualidades Investigativas en Educación"*, Vol. 10, Núm. 1, pp. 1-18.
- Loaiza, Y & Osorio, L. (2018). El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira – Risaralda Diálogos sobre educación. Vol. 9, Núm. 16, pp. 1-24.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e investigación*, Vol. 37, Núm. 22, pp. 41-60.
- López, M., Molano, N., Ruano, N. & Valencia, J. (2013). *El pensamiento crítico. Una tarea pendiente de la escuela centrada en el rendimiento académico*. (Tesis de Maestría). Colombia: Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
- López, R., Rodríguez, L., Ramos, P. y Ramos, R. (2022). Disposición al pensamiento crítico en estudiantes universitarios. *Revista Venezolana de Gerencia*. Vol. 27, Núm. 98, pp. 831-850. doi. org/10.52080/rvgluz.27.98.28
- Loredo, L. (1997). La evaluación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje. *La academia*, Vol. 1.

- Martí, A. (2022). El vídeo en la enseñanza. En Aveleyra & Proyetti (1ª Ed). *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 521-534). España, Universidad.
- Martin, G., & Angulo, B. (2021). El Pensamiento Crítico en el Desarrollo Personal de los Adolescentes. *Dominio de las Ciencias*, Vol. 7, Núm. 4, pp. 127.
- Mata, C. (2021). *Tutorías Académicas en la Asignatura de TIC mediante la incorporación de una Sala Virtual de aprendizaje en Google Classroom*. (Tesis de Maestría). México, Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Mercado López, E. P. (2020). Limitaciones en el uso del aula invertida en la educación superior. *Revista Transdigital*, 1(1). <https://doi.org/10.56162/transdigital13>
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en la química. *Educación química*. Vol, 26, Núm. 2, pp. 94-99.
- Mertes, L. (1991) Thinking and Writing, *Middle School Journal*, Vol., 22 Núm. 5, pp. 24-25. DOI: 10.1080/00940771.1991.11496002.
- Molina C., Morales, G. & Valenzuela J. (2016). Competencia transversal pensamiento crítico: Su caracterización en estudiantes de una secundaria de México. *Revista electrónica Educare*, Vol. 20., Núm. 1, DOI: <https://doi.org/10.15359/ree.20-1.11>
- Morales, P. & Landa, Victoria. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*. Vol, 13, pp. 145-157.
- Morales, V. (2002). Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. *Pedagogía*, Vol. 23, Núm. 66, pp. 121-146. Recuperado el 01 de marzo del 2024 de: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000100006
- Moreno, C. (2012). La construcción del conocimiento: un nuevo enfoque de la educación actual. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, Vol. 1, Núm. 13, pp. 251-267. Recuperado el 01 de marzo del 2024 de: <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846102011.pdf>
- Naessens, H. (2015). Comparación entre dos autores del pensamiento crítico: Jacques Boisvert y Richard Paul-Linda Elder. Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/57993> Fecha de consulta: 22 de agosto del 2023.

- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. *En Blanco Y Negro*, Vol. 3, Núm. 2, pp. 30-45.
- Navarra, J. (2021). Didáctica: concepto, objeto y finalidad. *Didáctica general para psicopedagogos*, pp. 23-57. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Nieto, L. (2013). *Aprendizaje basado en investigación*. Metodologías, Estrategias y Herramientas Didácticas Para el Diseño de Cursos en Ambientes Virtuales de Aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. pp. 15-20
- Núñez, S., Avila, J. & Olivares, S. (2018). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Iberoamericana De Educación Superior*, Vol. 8, Núm. 23, pp. 84-103. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2017.23.249>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J. & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. (5 ed.). Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Olivares, S. & Heredia, Y. (2012). *Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 17, Núm. 54, pp. 759-778.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (UNESCO). (2016). Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 Educación 2030. Recuperado de: <https://red.iiep.unesco.org/>. Fecha de consulta: 20 de febrero del 2024.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). PISA 2022 Results Factsheets México. (05 de diciembre del 2023). Recuperado de: <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/mexico-519eaf88/>. Fecha de consulta: 20 de febrero del 2024.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). El programa PISA de la OCDE ¿Qué es y para qué sirve?. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>. 20 de febrero del 2024.
- Ospina, B., Brand, E. & Aristizabal, C. (2017). Development of a measurement index of critical thinking in professional formation. *Invest. Educ. Enferm*, Vol. 35, Núm. 1, pp. 69-77. DOI: 10.17533/udea.iee.v35n1a08
- Ossa, C., Palma, M., San Martín, L., Quintana, I. & Díaz, C. (2017). Análisis de instrumentos de medición del pensamiento crítico. *Ciencias psicológicas*, Vol. 11, Núm. 1, pp. 19-28.

- Ossa, C., Palma, M., San Martín, N. & Diaz, C. (2018) *Evaluación del pensamiento crítico y científico en estudiantes de pedagogía de una universidad chilena*. Revista Electrónica Educare, Vol. 22, Núm. 2, May-Agos. DOI: 10.15359/ree.22-2.12
- Parga, D. & Piñeros, G. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación Química*. Vol. 29, Núm. 1, pp. 55-64. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683
- Paul, R., & Elder, L. (2005). Estándares de competencia para el pensamiento crítico. Estándares, Principios, Desempeño, Indicadores y Resultados. Con una Rubrica maestra en el pensamiento crítico. Vol. 20, Núm. 3.
- Paul, R., & Elder, L. (2005). Estándares, principios, desempeño, indicadores y resultados con una rúbrica maestra en el pensamiento crítico. *Fundación para el pensamiento crítico*. Recuperado de: www.criticalthinking.org. Fecha de consulta: 10/09/2024
- Pérez, A., Fonseca, E. & Lucas, B. (2021). *Iniciación al Aprendizaje Basado en Proyectos. Claves para su implementación*. España: Universidad de la Rioja.
- Pérez, M. & Lozoya, E. (2021). Estrategias para el desarrollo de la competencia lectora. Una propuesta metodológica. *Ciencia y Educación*, Vol. 5, Núm. 2, pp. 41-62. DOI: <https://doi.org/10.22206/cyed.2021.v5i2.pp41-62>
- Piette, J. (1998). *Una educación para los medios centrada en el desarrollo del pensamiento crítico. Formación del Profesorado en la Sociedad de la Información*. pp. 63. Universidad de Valladolid.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 2: Do They Really Think Differently?. *On the Horizon*. Vol. 9, Núm.6, pp. 1-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424843>
- Prensky, M. (2010). *Teaching digital natives. Partnering for real learning*. Buenos Aires, Argentina.
- Proenza, Y. & Leyva, L. (2009). El método, científico: validación y confirmación del resultado investigativo. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, Vol. 9, Núm. 2, pp. 1-20.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la química. Aportes de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educ. quím*, Vol. 30, Núm. 2, pp. 114-128. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174
- Redeker, C., Leis, M., Leendertse, M., Punie, Y., Gojsbers, G., Kirschner, P. & Hoogyeld, B. (2011). The future of learning: Preparing for change. Recuperado de: <http://ipts.irc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=4719> Fecha de consulta: 22 de agosto del 2023.

- Rivadeneira, E. (2017). Aprendizaje basado en investigación en el trabajo autónomo y en equipo. *Negotium*. Vol. 13, Núm. 38, pp. 5-16.
- Rivas, F. & Saiz, C. (2012). Validación y propiedades psicométricas de la prueba de pensamiento crítico PENCRI SAL. R.E.M.A. *Revista electrónica De metodología Aplicada*, Vol. 17, Núm. 1, pp. 18-34. DOI: <https://doi.org/10.17811/rema.17.1.2012.18-34>.
- Rivas, S., Saiz, C., & Morales, P. (2014). *Prueba de pensamiento crítico PENCRI SAL*. Universidad de Salamanca y Pontificia Universidad Católica de Perú. Salamanca, España.
- Robert H. Ennis (1993) Critical thinking assessment, *Theory Into Practice*, Vol. 32, Núm. 3, pp. 179-186. DOI: 10.1080/00405849309543594
- Ruiz, F. (2021). Revisión bibliográfica: la metodología del aprendizaje basado en la investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. Vol. 5. Núm. 1, pp. 1079-1093.
- Sadan, V. (2014) *Mixed methods research: a new approach*. International Journal of Nursing Education. Vol. 6, Núm. 1, pp. 260-266.
- Saiz, C. & Rivas, F. (2008). *Intervenir para transferir en pensamiento crítico*. Ponencia presentada en: *Conferencia Internacional: Lógica, Argumentación y Pensamiento Crítico 2008*. Santiago de Chile, Chile.
- Sánchez, E., Domínguez, J., & Bárcenas, J. (2017). *Innovación tecno pedagógica en la formación de profesionales de la educación*. En Sánchez, E. (1ª Ed). Laboratorios Cibertrónicos 3.0, (pp. 15-31), NEWTON. Edición y Tecnología Educativa.
- Santiesteban, E. (2014). *Metodología de la investigación científica*. Cuba: Editorial Académica Universitaria (Edacun).
- Santillán, J., Jaramillo, E., Santos, R. & Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa del aprendizaje en la educación superior. *Polo del conocimiento*. Vol. 5, Núm. 8, pp. 467-492. DOI: 10.23857/pc.v5i8.1599
- Scott, C. (2015). El futuro del aprendizaje 2. ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?, *Investigación y Prospectiva en Educación UNESCO*. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242996_spa
- Secretaría de Economía (SE). (2024). (1er trimestre 2024). Datos económicos y demográficos de Ojocaliente, Zacatecas. Recuperado de: <https://www.economia.gob.mx> Fecha de consulta: 04 de septiembre del 2024.
- SEP (2003). PROGRAMA NACIONAL DE EDUCACIÓN 2001-2006 Acciones hoy, para el México del futuro: Secretaría de Educación Pública. México.

- SEP (2011). Plan de Estudios 2011. Educación. Secretaría de Educación Pública. México.
- SEP (2017). Modelo Educativo para la Educación Obligatoria. Secretaría de Educación Pública. México.
- SEP. (2023). Plan de Estudios de la Educación Básica 2022. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública. México.
- Serres. M. (2015). *Figuras del pensamiento: autobiografía de un zurdo cojo*. España: Editorial Gedisa.
- Siemens, G. Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. Traducción de Diego E. Leal, 2007.
- Steigberg, L. (2017). *A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking*. Dev Rev. Vol. 28, Núm. 1, pp. 78-106.
- Taca, D. (2011). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. Vol. 14, Núm. 26, pp. 139-152.
- Torres, N. & Solbes, J. (2016). *Contribuciones de una didáctica usando cuestiones socio científicas para desarrollar el pensamiento crítico*. Enseñanza de las ciencias, revista de investigación y experiencias didácticas. Vol. 34, Núm. 2, pp. 43-65.
- Tovar, C. (2019). El falsacionismo de Popper y sus objeciones al marxismo. *Letras-Lima*, Vol. 90, Núm. 131, pp. 2010-2028. doi.org/10.30920/letras.90.131.9
- Trejos, I. (2012). Consideraciones sobre el método científico y su papel en el desarrollo del pensamiento científico del ingeniero de sistemas. *Scientia et Technica*, Núm. 50, pp. 90-96. Recuperado el 01 de marzo del 2024 de: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6679/3983>
- Valdes, A. (2014). *Etapas del desarrollo cognitivo de Piaget*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/327219515_Etapas_del_desarrollo_cognitivo_de_Piaget. Fecha de consulta: 11 de septiembre de 2024.
- Velasco, E., Dominguez, J., & Bárcenas, J. (2017a). Los laboratorios cibertrónicos 3.0 como estrategia de inclusión digital educativa, innovación y desarrollo sustentable. En Sanchez, E., Domínguez, J. & Bárcenas, J. *Laboratorios Cibertrónicos 3.0*. (pp. 113-128). México: *Newton, Edición y Tecnología Educativa*.
- Velasco, E., Dominguez, J., & Bárcenas, J. (2017b). *Innovación tecno pedagógica en la formación de profesionales de la educación*. En Velasco, E. (1ª Ed). *Laboratorios Cibertrónicos 3.0*, (pp. 15-31), Newton. Edición y Tecnología Educativa.
- Vila, L., Márquez, C., & Oliveras, B. (2023). *Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollan el pensamiento crítico en el aula de ciencias*.

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 20, Núm. 1, pp. 130200-130214.

Villalobos, V., Ávila, J. & Olivares, S. (2016). *Aprendizaje basado en problemas en química y pensamiento crítico en secundaria*. Revista mexicana de investigación educativa. Vol. 21. Núm. 69, pp. 557-581.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Estados Unidos de América: Harvard University Press.

Anexo A.

Cuestionario para la aplicación de la regla 2022

Preguntas y Puntos



Pregunta	Respuesta	Puntos
Último año de estudios aprobado (jefe/a de hogar)	No estudió	0
	Primaria Incompleta	6
	Primaria Completa	11
	Secundaria Incompleta	12
	Secundaria Completa	18
	Carrera	23
	comercial/técnica/Prepa	27
	Incompleta	36
	Prepa Completa	59
	Licenciatura Incompleta	85
	Licenciatura Completa	
	Diplomado o Maestría/Doctorado	
Número de baños completos (con regadera y W.C.)	0	0
	1	24
	2 o más	47
Número de automóviles o camionetas	0	0
	1	22
	2 o más	43
¿Cuentan con internet (excluyendo celular)?	No	0
	Sí	32
¿Cuántas personas (14 años o más) trabajaron el último mes?	0	0
	1	15
	2	31
	3	46
	4 o más	61
¿Cuántos cuartos se usan para dormir (sin pasillos ni baños)?	0	0
	1	8
	2	16
	3	24
	4 o más	32

Tabla de Clasificación Socioeconómica

Nivel	Puntos Totales
A/B	202 o más
C+	168 a 201
C	141 a 167
C-	116 a 140
D+	95 a 115
D	48 a 94
E	0 a 47

Fuente: AMAI, 2025.

Anexo B.

Cornell of Critical Thinking Test (CCTT)



Traducción del instrumento CCTT.

<https://drive.google.com/file/d/1S20RgmRBnpQYc2MCRZqVjIwZeH1rqvPm/view?usp=sharing>

Encuesta adaptada para su aplicación en Google Forms.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScD3UUDXgp7xLG0Bwrqng4Bi_QoLdQ7mtuJia7HRJZo3MMSMQ/viewform?usp=sharing&ouid=106576944203488677381

Fuente: Ennis & Millman, 2015

ANEXOS

Anexo C.

Diagnóstico cualitativo para el pensamiento crítico

Instrumento Cualitativo de Evaluación del Pensamiento Crítico (ICEPC)

Instrucciones Generales:

Responde cada pregunta de forma completa, utilizando ejemplos o explicaciones que demuestren tu razonamiento. No hay respuestas incorrectas, lo importante es justificar cada una de tus decisiones.

Tarea 1. Lee con atención y responde las preguntas de manera clara, puedes usar ejemplos, esquemas y dibujos para explicar a profundidad tu razonamiento.

La diabetes es una enfermedad compleja que ha generado muchas ideas sobre sus causas y formas de prevención. Desde un punto de vista científico, se sabe que esta condición se relaciona con problemas en el páncreas, el cual no produce suficiente insulina o el cuerpo no la utiliza adecuadamente. Esto provoca



que los niveles de glucosa en sangre se eleven. Es un hecho conocido que factores como la genética, el sobrepeso y un estilo de vida sedentario aumentan el riesgo de

desarrollar diabetes tipo 2. No obstante, existen también creencias populares que señalan otras posibles causas menos convencionales.

Por ejemplo, algunas personas afirman que un gran susto o una impresión fuerte pueden desencadenar la diabetes. Este mito ha sido transmitido de generación en generación, sobre todo en contextos donde las explicaciones científicas no están tan difundidas. Aunque no hay estudios que demuestren que un shock emocional pueda causar directamente esta enfermedad, el estrés sí puede influir en la salud de maneras complejas, especialmente en personas que ya están predispuestas genéticamente. Además, en el pasado, algunas culturas creían que la diabetes podía desarrollarse a raíz de emociones fuertes, pero estas teorías no cuentan con respaldo científico.

Otro mito que ha circulado es que consumir muchos alimentos con azúcar es la causa principal de la diabetes. Si bien una dieta alta en azúcares y carbohidratos puede llevar al sobrepeso, que es un factor de riesgo para la diabetes tipo 2, el azúcar por sí solo no es el causante directo de la enfermedad. De hecho, las personas con diabetes pueden seguir comiendo carbohidratos, siempre y cuando lo hagan de manera controlada y con supervisión médica.

Por otra parte, algunos aseguran que el uso excesivo de dispositivos electrónicos, como teléfonos móviles o computadoras, está vinculado con el aumento de la diabetes. Esta creencia se basa en la idea de que la radiación emitida por estos aparatos podría afectar el metabolismo y provocar enfermedades. Sin embargo, no existen pruebas científicas que respalden esta afirmación, aunque el uso prolongado de dispositivos sí puede estar asociado a un estilo de vida sedentario, lo que indirectamente podría aumentar el riesgo de desarrollar diabetes.

Una idea más que ha ganado terreno en algunos círculos es que la diabetes se puede curar simplemente siguiendo ciertas dietas restrictivas o tomando remedios naturales, como hierbas o infusiones. Aunque es cierto que la

alimentación juega un papel crucial en el manejo de la diabetes, no existen curas milagrosas. Los pacientes necesitan tratamiento médico continuo, ya sea con insulina en el caso de la diabetes tipo 1, o con medicamentos y cambios en el estilo de vida para la diabetes tipo 2.

a) Con base en la lectura anterior, ¿cuáles son las principales causas de diabetes tipo 1 y tipo 2?

b) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones consideras que tiene mayor validez?

1. “algunas personas afirman que un gran susto o una impresión fuerte pueden desencadenar la diabetes”

2. “Es un hecho conocido que factores como la genética, el sobrepeso y un estilo de vida sedentario aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2”

Explica ampliamente el motivo de elegir esta opción, describe el ¿Por qué? elegiste esta opción.

Explica ampliamente el motivo de rechazar la otra opción, describe el ¿Por qué? elegiste rechazar la otra opción.

Tarea 2. Analiza la siguiente información y responde lo que se solicita. Puedes usar ejemplos, esquemas y dibujos para explicar a profundidad tu razonamiento.

La siguiente tabla, resume el consumo el nivel de consumo de alcohol en adolescentes en México en los últimos 20 años.

Intervalo de Años	% de Adolescentes que Consumen Alcohol	Total de Adolescentes que Consumen Alcohol	Notas Adicionales
2001-2005	10%	1.2 millones	Se reportó un aumento en el consumo de alcohol, especialmente en adolescentes de 12 a 17 años.
2006-2010	15%	1.8 millones	Aumento notable en el consumo de alcohol, con un 27.1% de adolescentes de 12 a 17 años reportando haber consumido alcohol alguna vez.
2011-2015	19.6%	2.4 millones	El 42% de adolescentes entre 12 y 17 años había probado alcohol en este período. La cerveza fue la bebida más consumida.
2016-2020	20%	2.4 millones	Aproximadamente 44% de adolescentes reportando consumo en el último mes.
2021-2024	23%	2.76 millones	Un 43% de adolescentes reporta consumo en el último mes.

Referencias:

- Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco (2016-2022).

- Estudios de la Red de Acción sobre Alcohol (RASA) 2024.

a) Con base en los datos revisados, ¿Qué puedes decir sobre el consumo de alcohol en adolescentes en los últimos 20 años?

b) Escribe 3 posibles causas o motivos que se relacionen con los datos anteriores. Puedes utilizar datos e interpretaciones propias de tu contexto para proponer las explicaciones.

- **Explicación 1.**

- **Explicación 2.**

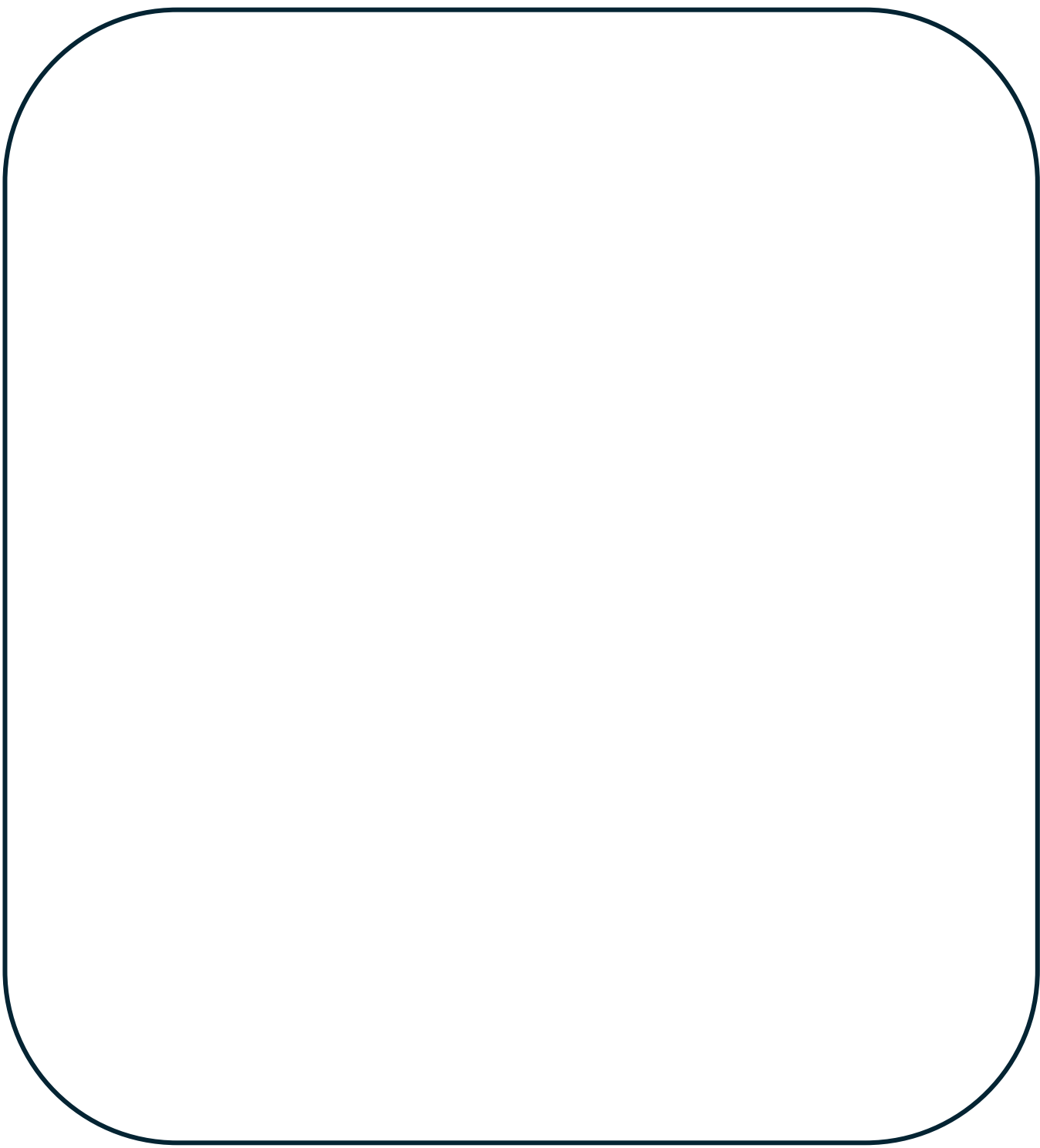
- **Explicación 3.**

c) Elige una de tus explicaciones y escribe una justificación que ejemplifique ampliamente la razón o motivos por la cual los adolescentes consumen alcohol. Puedes usar datos, ejemplos y hechos de tu comunidad para dejar en claro el porqué de tu suposición.

d) Explicación:

Justificación:

e) Realiza una representación o dibujo sobre la explicación y los motivos por los cuales las y los adolescentes consumen alcohol.



Tarea 3. Escucha con atención la siguiente conversación. Se trata de un dialogo en WhatsApp que mantienen dos amigos. Juan e Iker. Responde lo que se te indica. Puedes usar ejemplos para explicar a profundidad tu razonamiento.

Realiza una grabación de tus respuestas a los siguientes cuestionamientos la aplicación de en WhatsApp y enviarlas a tu evaluador con tu nombre completo por el medio que el considere.

- a) ¿Por qué crees que la pareja de Juan actúa de esa manera?

- b) ¿Qué recomendarías hacer para averiguar y esclarecer las dudas si tu fueras Iker?

- c) ¿Qué consejo o propuesta harías a Juan para solucionar la situación?

- d) Si tu fueras Juan, ¿qué decisión tomarías respecto a seguir o no con la relación? Explica ampliamente las razones, por las cuales tomarías dicha decisión, puedes usar ejemplos, esquemas y suposiciones para dar firmeza a tu elección.

Dialogo adaptado para la prueba:

Amigo 1: Hey, ¿tienes un momento? Necesito hablar de algo importante. 😬

Amigo 2: Claro, ¿qué pasa? Te veo preocupado.

Amigo 1: Es sobre Ana... 😞

Amigo 2: ¿Ana? ¿Qué sucede con ella?

Amigo 1: Creo que me está siendo infiel. La semana pasada la vi en un café con un tipo. 😡

Amigo 2: No me digas eso... ¿estás seguro? Podría ser solo un amigo o algo así.

Amigo 1: No, lo vi claro. Estaban muy cerca, riéndose y a veces se tocaban. Además, ha estado actuando raro últimamente. A veces no me responde los mensajes o dice que tiene "trabajo" cuando claramente no es así.

Amigo 2: Wow, eso es muy duro. ¿Le has dicho algo?

Amigo 1: No, todavía no. Estoy muy enojado y confundido. ¿Cómo puede hacerme esto? Siempre he sido sincero con ella. 😞

Amigo 2: Entiendo tu enojo. Calma!

Amigo 1: ¿Calma? La última vez que le pregunté por un "amigo" que mencionó, se molestó y cambió de tema.

Amigo 2: Eso no suena bien... Es difícil.

Amigo 1: Sí, pero no quiero perderla. A veces creo que aún me quiere, pero no puedo evitar sentirme traicionado.

Amigo 2: Te apoyo. Pero no sé qué decirte.

Amigo 1: Tienes razón. Necesito hacerlo. Estoy cansado de sentirme así. 😞

Amigo 2: Sea lo que sea, estaré aquí para ayudarte a enfrentarlo. No estás solo en esto. 🤝

Amigo 1: Gracias, amigo. Eso significa mucho para mí.

Audiovisual creado para la prueba. Disponible en:

<https://drive.google.com/file/d/1zllq19uFgkTaEzUap5M ISpTrkkPR3wK/view?usp=sharing>

Fuente: elaboración propia.

Anexo D.

Diagnóstico cualitativo para el pensamiento crítico pre test

Instrumento Cualitativo de Evaluación del Pensamiento Crítico (ICEPC)

Instrucciones Generales:

Responde cada pregunta de forma completa, utilizando ejemplos o explicaciones que demuestren tu razonamiento. No hay respuestas incorrectas, lo importante es justificar cada una de tus decisiones.

Tarea 1. Lee con atención y responde las preguntas de manera clara, puedes usar ejemplos, esquemas y dibujos para explicar a profundidad tu razonamiento.

Las lechuzas son aves nocturnas que han sido protagonistas de muchas historias en diversas culturas. En México, en particular, existe la creencia de que las lechuzas están relacionadas con la brujería. Algunas personas afirman que si una lechuza se posa en el techo de una casa o emite su característico canto cerca de una vivienda, es señal de que una bruja está acechando. Esta idea ha sido transmitida por generaciones y está arraigada en muchas comunidades rurales.

Sin embargo, desde un punto de vista científico, las lechuzas son simplemente aves rapaces nocturnas que desempeñan un papel importante en el ecosistema, ya que ayudan a controlar la población de roedores



e insectos. Su canto y comportamiento responden a factores biológicos y ambientales, como la búsqueda de pareja, la comunicación entre individuos y la delimitación de su territorio.

Algunas otras creencias sobre las lechuzas incluyen la idea de que si una lechuza cruza el camino de una persona en la noche, le traerá mala suerte, o que ver una lechuza de día es un presagio de muerte. En realidad, las lechuzas pueden volar cerca de las personas debido a su curiosidad o porque su hábitat se ha reducido debido a la deforestación. Además, algunas especies de lechuzas, como la lechuza llanera, pueden ser vistas durante el día sin que esto signifique algo sobrenatural.

Otro mito común es que las lechuzas chupan la sangre de los niños mientras duermen. Esta creencia podría haber surgido de la confusión con otras aves nocturnas, como los vampiros murciélagos, que sí se alimentan de sangre, aunque no de humanos. Científicamente, se ha demostrado que las lechuzas son carnívoras y su dieta se basa en pequeños mamíferos, insectos y reptiles, no en sangre.

Por otro lado, algunos hechos comprobados sobre las lechuzas incluyen su aguda visión nocturna y su audición excepcionalmente desarrollada, lo que les permite cazar en completa oscuridad. Además, su vuelo es extremadamente silencioso gracias a la estructura especial de sus plumas, lo que las hace depredadores eficientes y prácticamente indetectables para sus presas.

El origen de la creencia en torno a las lechuzas y la brujería podría estar relacionado con su apariencia, que algunos consideran misteriosa, y con su actividad nocturna, que genera temor en algunas personas. En tiempos antiguos, cuando no había explicaciones científicas para ciertos fenómenos naturales, se solían atribuir eventos extraños o desconocidos a seres sobrenaturales.

Algunas personas aseguran haber visto lechuzas transformarse en mujeres o creen que si alguien las mata, la bruja a la que pertenecían morirá también. Sin embargo, no hay pruebas científicas que respalden estas afirmaciones. De hecho, estudios sobre la fauna han demostrado que estas aves tienen una gran importancia ecológica y no representan ningún peligro para los humanos.

Preguntas:

- a) Con base en la lectura anterior, ¿cuál es el papel de las lechuzas en el ecosistema?
- b) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones consideras que tiene mayor validez?
 1. *"Algunas personas afirman que si una lechuza canta cerca de una casa, es señal de que una bruja está acechando".*

2. *"Las lechuzas son aves nocturnas que ayudan a controlar la población de roedores e insectos".*

Explica ampliamente el motivo de elegir esta opción, describe el ¿Por qué? elegiste esta opción.

Explica ampliamente el motivo de rechazar la otra opción, describe el ¿Por qué? elegiste rechazar la otra opción.

Tarea 2. Analiza la siguiente información y responde lo que se solicita. Puedes usar ejemplos, esquemas y dibujos para explicar a profundidad tu razonamiento.

La siguiente tabla resume la tasa de embarazos adolescentes en México en los últimos 20 años.

Intervalo de Años	% de Embarazos en Adolescentes	Total de Embarazos en Adolescentes	Notas Adicionales
2001-2005	15%	450,000	Se observó un aumento en los embarazos en adolescentes de 15 a 19 años.
2006-2010	17%	510,000	Aumento en embarazos en adolescentes de 12 a 17 años, principalmente en zonas rurales.
2011-2015	19.3%	580,000	Se registró que el 55% de las adolescentes embarazadas no utilizó métodos anticonceptivos en su primera relación sexual.
2016-2020	20%	600,000	Un 60% de los casos están relacionados con la falta de acceso a información sobre salud sexual y reproductiva.
2021-2024	18.5%	555,000	Se observa una ligera disminución, pero sigue siendo una de las tasas más altas en América Latina.

Referencias:

- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2022.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2024.

- Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) 2024.

a) Con base en los datos revisados, ¿qué puedes decir sobre la tendencia de embarazos adolescentes en los últimos 20 años?

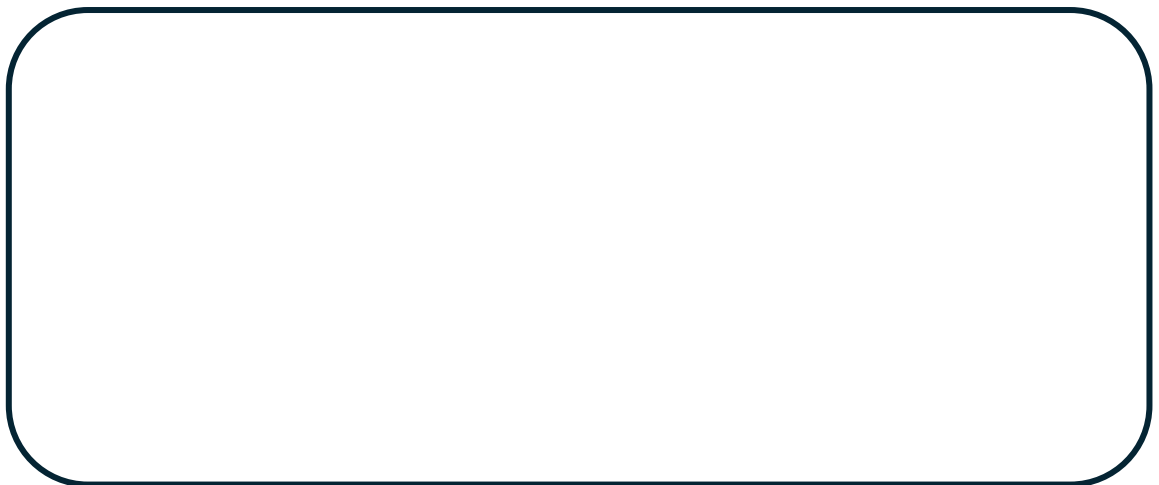
b) Escribe 3 posibles causas o factores que expliquen los datos anteriores. Puedes usar información de tu contexto o experiencias cercanas para proponer explicaciones.

- **Explicación 1:**
- **Explicación 2:**
- **Explicación 3:**

c) Elige una de tus explicaciones y escribe una justificación que ejemplifique ampliamente la razón o motivos por los cuales los embarazos adolescentes ocurren con frecuencia. Puedes usar datos, ejemplos y hechos de tu comunidad para reforzar tu argumento.

- **Explicación:**
- **Justificación:**

d) Realiza una representación o dibujo sobre la explicación y los motivos por los cuales las y los adolescentes aumentan el riesgo de embarazos a temprana edad.



Tarea 3. Escucha con atención la siguiente conversación. Se trata de un diálogo en WhatsApp entre dos amigos, Fernanda y Miguel.

Instrucciones:

Realiza una grabación de tus respuestas a los siguientes cuestionamientos en la aplicación de WhatsApp y envíalas a tu evaluador con tu nombre completo por el medio que él considere.

- a) ¿Por qué crees que Miguel se siente de esa manera?
- b) ¿Qué recomendarías hacer para evaluar bien la situación si fueras Fernanda?
- c) ¿Qué consejo o propuesta harías a Miguel para ayudarlo a tomar una decisión?
- d) Si tú fueras Miguel, ¿qué decisión tomarías respecto a qué área elegir? Explica ampliamente las razones por las cuales tomarías dicha decisión. Puedes usar ejemplos, esquemas y suposiciones para dar firmeza a tu elección.

Diálogo para la prueba:

Miguel: Hey, ¿tienes un momento? Necesito hablar de algo importante. 😬

Fernanda: Claro, dime. Te noto preocupado.

Miguel: Es sobre la prepa... 😞

Fernanda: ¿Qué pasa con la prepa?

Miguel: No sé qué área elegir, y la fecha límite para decidir se acerca. 😬

Fernanda: ¿Cómo? Pero ya llevamos meses hablando de eso. ¿No tenías en mente Ciencias de la Salud?

Miguel: Sí, pero ahora no estoy tan seguro. Me interesa también el área de Económico-Administrativas. Siento que si elijo mal, podría arrepentirme después.

Fernanda: Entiendo... Es una decisión importante. Pero... ¿qué te hace dudar?

Miguel: Bueno, me gusta la biología y la idea de ayudar a la gente, pero también disfruto los números y me va bien en materias como Matemáticas y Economía. Además, mi familia dice que en Administración hay más oportunidades de trabajo.

Fernanda: ¿Y qué te dice tu instinto? ¿Hay alguna materia o actividad que disfrutes más?

Miguel: No lo sé... A veces pienso que sí me gustaría estudiar algo relacionado con la salud, pero me da miedo no ser lo suficientemente bueno.

Fernanda: Bueno, pero no es solo cuestión de ser "bueno" o "malo", también importa qué tanto te interesa y qué estás dispuesto a esforzarte para aprender.

Miguel: Tienes razón, pero aun así me siento perdido. ¿Y si elijo un área y luego me doy cuenta de que no es lo mío?

Fernanda: Pues no sería el fin del mundo, muchas personas cambian de carrera después. Pero también puedes investigar más antes de decidir. ¿Has hablado con algún profesor o alguien que esté en esas áreas?

Miguel: No, pero quizá debería hacerlo.

Miguel: Es una buena idea. Gracias, Fernanda, en serio. Esto me tiene muy estresado. 😞

Fernanda: Lo sé, pero aquí estoy para ayudarte. No tienes que decidirlo solo. 💪

Miguel: Gracias, eso significa mucho para mí.

Audiovisual creado para la prueba. Disponible en:

<https://drive.google.com/file/d/1WfsVBnc7dT65Ido2HO9QzI2aVuvu9iqp/view?usp=sharing>

Fuente: elaboración propia.

Anexo E.

Rubrica de evaluación del ICEPC

Criterios de Evaluación

El instrumento ICEPC evalúa tres dimensiones del pensamiento crítico mediante tareas diseñadas con un enfoque en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Cada tarea se calificará en una escala del 1 al 4, donde:

- **4 (Excelente):** Demuestra un dominio completo del criterio evaluado.
- **3 (Bueno):** Muestra un buen manejo, con algunas imprecisiones menores.
- **2 (Regular):** Presenta dificultades notables en la aplicación del criterio.
- **1 (Insuficiente):** No cumple con los requisitos mínimos.

Tarea 1: Análisis y Evaluación de Información

Criterio	4 (Excelente)	3 (Suficiente)	2 (Regular)	1 (Insuficiente)
Identificación de información válida	Distingue claramente entre información científica y creencias populares.	Identifica la mayoría de las diferencias, pero con algunos errores menores.	Presenta confusión al distinguir entre hechos y opiniones.	No logra diferenciar información válida de mitos.
Justificación y argumentación	Explica y fundamenta su elección con argumentos sólidos y estructurados.	Justifica su elección con argumentos adecuados, aunque con algunas deficiencias.	Su argumentación es débil o poco estructurada.	No logra justificar su elección correctamente.

Tarea 2: Inferencias y Representación de Información

Criterio	4 (Excelente)	3 (Bueno)	2 (Regular)	1 (Insuficiente)
Interpretación de datos	Analiza y explica con claridad la evolución del fenómeno en los datos presentados.	Realiza un análisis adecuado, aunque con algunas omisiones o imprecisiones.	Su análisis es superficial y poco estructurado.	No logra interpretar adecuadamente los datos.
Justificación de inferencias	Formula hipótesis bien fundamentadas y	Presenta inferencias adecuadas, pero con limitaciones	Sus inferencias carecen de claridad o	No formula inferencias o

	basadas en la evidencia.	en la argumentación.	evidencia suficiente.	estas son incorrectas.
Representación gráfica	Diseña un gráfico claro y organizado que representa de manera efectiva la información.	Representa la información de forma comprensible, aunque con mejoras necesarias.	La representación es confusa o incompleta.	No realiza la representación gráfica o es irrelevante.

Tarea 3: Toma de Decisiones y Resolución de Problemas

Criterio	4 (Excelente)	3 (Bueno)	2 (Regular)	1 (Insuficiente)
Análisis de la situación	Evalúa el problema con profundidad y considera múltiples perspectivas.	Analiza la situación de forma adecuada, aunque con algunas omisiones.	Su análisis es superficial y no abarca todas las perspectivas.	No analiza la situación o lo hace incorrectamente.
Argumentación de la decisión	Justifica su elección con evidencia clara y estructurada.	Argumenta su decisión de forma adecuada, aunque con deficiencias en la justificación.	Su justificación es débil o poco fundamentada.	No argumenta su decisión o lo hace incorrectamente.
Propuesta de solución	Presenta una solución creativa, factible y bien fundamentada.	Propone una solución adecuada, aunque con áreas de mejora.	Su solución es poco clara o difícil de aplicar.	No presenta una solución viable o relevante.

Evaluación Final

Cada tarea tendrá un puntaje máximo de 8 puntos, sumando un total posible de 32 puntos. La calificación final se establecerá según la siguiente escala:

- **25 - 32 puntos:** Nivel excelente
- **16 - 24 puntos:** Nivel bueno
- **8 - 15 puntos:** Nivel regular
- **Menos de 10 puntos:** Nivel insuficiente

Fuente: elaboración propia.

Anexo F.

Planeación actividades de aprendizaje con el uso del laboratorio cibertrónico

ESCUELA SECUNDARIA GENERAL IGNACIO ZARAGOZA

32DES0003F

Ciclo escolar 2024-2025.

PLAN DE CLASES CIENCIAS III

LABORATORIO CIBERTRÓNICO

Profe. Carlos Alberto Jasso Jasso

3°

C y F - T.M.

La presente planeación didáctica está diseñada para desarrollarse en el contexto de un laboratorio cibertrónico, el cual se implementa a través de una comunidad de trabajo en la aplicación WhatsApp. Esta propuesta utiliza el método científico como eje metodológico para abordar problemáticas socioambientales de manera estructurada, con el objetivo de fortalecer el pensamiento crítico en estudiantes de nivel secundaria.

Cada sesión contiene actividades de aprendizaje colaborativas que se llevan a cabo tanto de forma presencial como virtual, aprovechando las funciones de WhatsApp para el trabajo en equipo, la comunicación instantánea, la búsqueda y selección de información, así como la socialización de productos. Este entorno digital permite a las y los estudiantes investigar, formular hipótesis, analizar resultados y compartir sus conclusiones mediante herramientas accesibles y conocidas, promoviendo el aprendizaje significativo, la participación activa y el uso responsable de recursos digitales.

Contenido	Habilidades para desarrollar
Análisis y soluciones a problemáticas socioambientales.	• Uso crítico de los recursos digitales. • Aplicación del método científico como mecanismo de resolución de problemas. • Pensamiento crítico y posicionamientos éticos. • Trabajo colaborativo. • Comunicación oral y escrita. • Creatividad e innovación para la resolución de problemas. • Autonomía y regulación del aprendizaje. • Múltiples formas y herramientas de comunicación y transmisión de la información.

SESIÓN 1	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Capacitación y reglas	Diagnosticar y capacitar en las características y opciones ofrecidas por la aplicación WhatsApp, así como establecer las reglas de comportamiento en el laboratorio cibertrónico.	Los estudiantes conforman el grupo de WhatsApp, reciben una capacitación sobre sus funciones, como envío de mensajes, uso de notas de voz, compartir archivos y etiquetar personas. Se establecen reglas de comportamiento digital a partir de una lluvia de ideas y acuerdos del grupo.	Celular, WhatsApp	Reglamento digital del laboratorio cibertrónico
SESIÓN 2	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Método científico	Construir un referente general en las características del método científico como una herramienta para la resolución de problemas.	A través de un video explicativo, se identifican las etapas del método científico. Luego, cada equipo elige un problema cotidiano y lo analiza usando las fases del método. Se comparte un esquema visual en el grupo.	Video, celular, WhatsApp	Esquema del método aplicado a un problema cotidiano

SESIÓN 3	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Búsqueda y selección de información	Capacitar a las y los alumnos en mecanismos efectivos de búsqueda y selección de información, con énfasis en Inteligencias Artificiales Generativas.	Se presentan herramientas de búsqueda con IA y se enseña a usarlas mediante un tutorial. Cada equipo investiga un problema socioambiental y crea un mapa conceptual en Canva, que es compartido vía WhatsApp.	IA, Canva, celular, WhatsApp	Mapa conceptual del tema investigado
SESIÓN 4	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Formulación de hipótesis e inferencias	Propiciar las habilidades del alumnado en la formulación de cuestionamientos, inferencias y conjeturas como mecanismo para resolución de problemáticas.	Los equipos plantean preguntas de investigación sobre su problemática y luego generan hipótesis utilizando la estructura: 'Si... entonces... porque...'. Comparten sus hipótesis en el grupo para recibir retroalimentación.	Celular, WhatsApp	Hipótesis estructuradas y justificadas

SESIÓN 5	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Experimentación / Investigación	Que las y los alumnos desarrollen un proceso de investigación documental, teniendo como base los medios digitales e IA.	Se analiza cómo buscar en sitios confiables. Cada equipo investiga la validez de sus hipótesis mediante fuentes documentales y genera una ficha de análisis, compartida por WhatsApp.	IA, buscadores, celular, WhatsApp	Fichas de análisis documental
SESIÓN 6	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Análisis de resultados	Propiciar el análisis crítico de los datos obtenidos en la investigación.	Los equipos organizan sus hallazgos y discuten si la hipótesis fue comprobada o no. Como producto final, elaboran un podcast con sus conclusiones, compartido en el grupo.	Celular, grabadora, WhatsApp	Podcast de resultados y reflexión crítica
SESIÓN 7	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN (PRODUCTOS)
Conclusiones y socialización	Establecer la reflexión colectiva y las propuestas de solución a la problemática de la contaminación ambiental.	Se aplica un cuestionario que evalúa aprendizajes, incluyendo una reflexión sobre el uso del laboratorio cibertrónico. Luego, se realiza una socialización general de los productos en el grupo.	Cuestionario digital, celular, WhatsApp	Cuestionario y discusión grupal

RUBRICA DE OBSERVACIÓN GENERAL PARA EL LABORATORIO CIBERTRÓNICO

Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)
Participación activa	Participa de forma constante, proactiva y colabora en todas las actividades.	Participa frecuentemente y contribuye de forma adecuada al equipo.	Participa ocasionalmente y necesita estímulo para integrarse.	Tiene poca o nula participación en las actividades.
Aplicación del método científico	Aplica todas las etapas del método de forma coherente y reflexiva.	Aplica la mayoría de las etapas con lógica y precisión.	Aplica el método con errores o de forma incompleta.	No logra aplicar el método científico adecuadamente.
Trabajo colaborativo	Se comunica con respeto, asume roles y aporta ideas al equipo.	Colabora y cumple con su rol dentro del equipo.	Coopera parcialmente, pero presenta dificultades en el trabajo grupal.	No coopera ni colabora con su equipo.
Pensamiento crítico	Formula preguntas, analiza información y argumenta sus ideas con claridad.	Analiza información y emite juicios simples con algo de fundamento.	Requiere apoyo para generar ideas o reflexionar críticamente.	No muestra habilidades de análisis ni argumentación.
Uso de herramientas digitales	Usa WhatsApp y otras herramientas con eficacia, creatividad y responsabilidad.	Maneja adecuadamente los recursos digitales para cumplir su tarea.	Usa las herramientas con dificultad o de forma limitada.	No logra utilizar adecuadamente los recursos digitales.

Fuente: elaboración propia.