

**Aprendizaje en Ciencia y Tecnología con
Metodología basada en el Conflicto Cognitivo¹**

**Learning in Science and Technology with a
Methodology based on Cognitive Conflict**

Giovanna Manrique-Alvarez²
gmmanriquea@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Lima-Perú

Gloria María Villa Córdova³
gvillac@ucv.edu.pe
Universidad César Vallejo, Lima-Perú

Jhon Holguin-Alvarez⁴
Jholguin@ucv.edu.pe
Universidad César Vallejo, Lima-Perú

Isabel Menacho Vargas⁵
imenacho@ucv.edu.pe
Universidad César Vallejo, Lima-Perú



1 Artículo de investigación producto del Proyecto concursable N° 73 //(Res. RVI-N° 012-2019-VI-UCV): *La experimentación por conflictos cognitivos para el desarrollo dimensional del aprendizaje en ciencia y tecnología en estudiantes de sexto grado de primaria de Comas, 2019-2020.*

2 Miembro del Grupo de Investigación CIBRAMEP. Docente de la Escuela Profesional de Educación Primaria. Id Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7340-5020>

3 Miembro del Grupo de Investigación CIBRAMEP. Docente del área de Formación Humanística. Investigadora Renacyt G. MR-1. Id Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3038-9443>

4 Coordinador del Grupo de Investigación CIBRAMEP. Docente de la Escuela Profesional de Educación Primaria. Investigador Renacyt G. MR-1. Id Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5786-0763>

5 Docente de la Escuela de Posgrado. Investigadora Renacyt G. CM-3. Id Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6246-4618>

Resumen

El trabajo se fundamenta en el aprendizaje significativo como una forma de constructivismo elemental de la pedagogía cognitiva para la educación básica. La investigación tuvo por objetivo determinar los efectos del conflicto cognitivo aplicado como estrategias pedagógicas de tipo MC/CC/RC/RE [Motivación y conflicto/ conflicto y construcción de aprendizajes/ retroalimentación y conflicto/ retroalimentación y evaluación], en el aprendizaje de ciencias y tecnología. El método fue cuantitativo y experimental, de tipo experimento puro. La muestra fue de 120 escolares de 10 a 12 años de edad. Utilizamos una prueba de desempeños y una lista de competencias para verificar el aprendizaje. Los resultados corroboran que el conflicto cognitivo aplicado en sesiones de aprendizaje de tipo MC/CC/RC/RE, aportan en el incremento del aprendizaje de la ciencia y tecnología. Concluimos en que los efectos son positivos tanto en la variable como en las dimensiones indagación, explicación y construcción de soluciones tecnológicas.

Palabras clave:

Aprendizaje en Ciencia; Aprendizaje en Tecnología; Argumentación Científica; Conflicto Cognitivo; Indagación Científica; Metodología Educativa; Pedagogía Constructivista; Problematización.

Abstract

The work is based on meaningful learning as a form of elementary constructivism of cognitive pedagogy for basic education. The objective of the research was to determine the effects of cognitive conflict applied as pedagogical strategies of the MC / CC / RC / RE type [Motivation and conflict / conflict and construction of learning / feedback and conflict / feedback and evaluation], in science learning and technology. The method was quantitative and experimental, pure experiment type. The sample consisted of 120 schoolchildren 10 to 12 years old. We use a performance test and a list of competencies to verify learning. The results corroborate that the cognitive conflict applied in learning sessions of the MC / CC / RC / RE type, contribute to the increase in the learning of science and technology. We conclude that the effects are positive both in the variable and in the dimensions of inquiry, explanation and construction of technological solutions.

Keywords:

Cognitive Conflict; Constructivist Pedagogy; Educational Methodology; Learning in

Science; Learning in Technology; Problematization; Scientific Argumentation; Scientific Inquiry.



Introducción

La investigación nace desde el interés en la ciencia que realiza el estudiante como eje de producción científica. Los procesos realizados en el momento de desarrollar teorías prácticas basadas en la experimentación, son los propósitos que guiaron la construcción de su estudio mediante una estrategia que buscó despertar procesos cognitivos superiores [análisis, clasificación, organización, deducción, retroalimentación] en estudiantes de poca experiencia en el aprendizaje de las ciencias y tecnología por experimentación. El conflicto cognitivo se introdujo aquí como estrategia de desarrollo de tales aprendizajes, mediante el uso de actividades pedagógicas que incluyan esta actividad pedagógica como interruptores didácticos durante toda la sesión de aprendizaje, alejando su concepción de su utilidad como iniciador de una sesión de aprendizaje. Buscamos implementar sesiones de aprendizaje que provoquen constantes conflictos en aprendizajes desarrollados con temporalidades mayores a 30 minutos de aprendizaje, los cuales sirvan como métodos de retroalimentación y supervisión cognitiva. En cuanto al aporte de investigación, se consiguieron distintos resultados respecto a tres habilidades necesarias para la etapa escolar como la indagación científica, la argumentación, y la búsqueda de soluciones científicas y tecnológicas. Todas estas realizadas mediante la exploración del entorno, del trabajo colaborativo y del uso de la individualidad en la búsqueda del razonamiento para el proceso científico.

La investigación fue de corte experimental, con la cual cambiamos la forma de implicar estrategias docentes en sesiones de aprendizaje que sigan la ruta > M/C/C/E/R [Motivación, conflicto, construcción, evaluación, retroalimentación], para situarnos en un enfoque pedagógico basado en un modelo pedagógico de tipo > MC/CC/RC/RE [Motivación y conflicto, conflicto y construcción de aprendizajes, retroalimentación y conflicto,

retroalimentación y evaluación]. Por cuanto, creemos que ocasiona dos nuevas evidencias: (a) comprobar si la aplicación de conflictos cognitivos secuenciales permite la conexión del conocimiento bajo procesos de cuestionamiento, (b) analizar si los procesos de conflicto interrogante [cuestionamiento], aseguran positivamente los procesos de evaluación en los propios estudiantes, quienes se generan más y mejores procesos de autoevaluación. Por esta razón consideramos al conflicto cognitivo como la herramienta fuente en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología desde la etapa escolar.

Referentes Conceptuales

Conflicto cognitivo

El conflicto cognitivo ha sido estudiado desde el enfoque psico-cognitivo, el enfoque cognitivo y desde el enfoque emocional del desarrollo humano. En la escolaridad también se ha estudiado como un modelo recíproco de estrategias para la enseñanza como para el aprendizaje, entre el estudiante y el docente. El conflicto cognitivo ya es considerado como un elemento importante del currículo y de las actividades docentes como alguna actividad pedagógica en la sesión de aprendizaje. Sin embargo, poco se analizan los aspectos de retroalimentación que se pueden generar entre los estudiantes y docentes, cuando este último fabrica interrogantes en múltiples direcciones, o cuando genera múltiples respuestas que pueden ser retroalimentadas por constantes preguntas o problemas enlace. En ese sentido, la pedagogía educacional solo se ha preocupado en la interrogante conflicto o la problematización unidireccional. En matemáticas es utilizada como metodología disruptiva. En otras palabras, es la técnica para generar, pedagógicamente, el desequilibrio de las estructuras cognitivas en el alumno [aunque muchas veces generan obstrucciones ilimitadas]. Este perturba la claridad como condición cognitiva del alumno ante la respuesta objetivo. Por lo cual, los pre-conceptos [información] se vuelven subjetivos, estas no entran en consenso con las ideas de otros sujetos (compañeros o docente) (Huang et al., 2008), o simplemente, no entran en consenso con la pregunta origen o la pregunta que apertura la perturbación cognitiva.

Ante todas sus debilidades, la estrategia conflictiva, permite la influencia conceptual, cambia el constructo cognitivo en la persona que lo experimenta. No obstante, es importante que este proceso como pedagogía constructiva, permita anidar conceptos previos cohesivos y coherentes de forma interrelacional, sin alterar la ruta para llegar al conocimiento final (Akpınar et al., 2009). Podríamos aceptar que esta ruta debe evitar la desorientación sobre el correcto desarrollo del conocimiento para no subjetivarlo [apropiarse sin razón], desproporcionarlo [incrementarlo con argumentos erróneos] o aminorarlo [cortarlo o abreviarlo injustamente]. Muchos docentes pierden la oportunidad de investigar estos problemas cognitivos en línea [en el proceso de aprendizaje], en el momento en que se activan la memoria de trabajo y los procesos ejecutivos de transformación de la información. El conflicto cognitivo, en el área del aprendizaje de ciencias y tecnología, STEM, biología y otras áreas en común, se provoca a través de cuestionamientos (preguntas) de tipo abierto y cerrado (Meir et al., 2019), así también, mediante el planteamiento de problemas (problematización). Por otro lado, la problematización basada en ABP (aprendizaje basado en problemas) desde el enfoque didáctico, goza de una condición auto-constructiva (Erdogan y Senemoglu, 2014), invita a los estudiantes a buscar y reconstruir por su cuenta alguna información específica. Aunque la superación de estos conflictos, también se pueden hacer de forma colectiva, superando las diferencias a la hora de realizar actividades colaborativas para el aprendizaje (Iancu, 2014; Lorca et al., 2020), aunque en el aula de ciencias y experimentación, se vienen aplicando más estrategias con procesos pedagógicos y de aprendizaje intervencionista entre el alumnado y los estudiantes (Guisasola et al., 2021), y se van dejando de lado los procesos pedagógicos orientados hacia las competencias corroborativas de la evidencia teórica; y los basados en el pragmatismo.

La necesidad de mejorar el hábitat y entorno natural en la población, implica otra necesidad en la formación estudiantil, implicar los enfoques de sostenibilidad mediante la pedagogía científica en el aprendizaje en la escuela, ya que se considera a este grupo humano como producto social egresado de esta institución. Al respecto, Flórez et al. (2019), señalan la

importancia de hacer indagación en la escuela desde el enfoque problémico de las ciencias, ya que esta permite “entrar en contacto con los objetos y aprender de ellos de manera espontánea” (p. 50). Es decir, el aprendiz obtiene conocimiento, forma sus habilidades y predispone su aprendizaje realizando descubrimiento explorativo. Aquí es el punto en que los docentes necesitan aplicar conflictos cognitivos, con el fin de despertar estos elementos de aprendizaje, y así, hacerlos sostenibles en el grupo estudiantil cuando hacen conexiones reales, fructíferas y comunicativas, concibiéndolo como un proceso formativo. Cabe resaltar que, en este proceso, el acto experimental es el eje central para conseguir el conocimiento investigativo en los estudiantes (García y Moreno, 2020). El hecho de aplicar procesos experimentales en el aprendizaje de ciencia y tecnología puede aperturar nuevas ideas para conseguir el conocimiento, transformarlo y utilizarlo para generar información nueva. Esta práctica muchas veces es olvidada en la escuela, esperando a que se aplique en el contexto universitario, el sustento se centra en que se considera que las habilidades estudiantiles son inferiores, existiendo poca capacidad de análisis superior, bajo nivel para hacer comprensión relacional de la información; lo cual muchas veces, aleja a la pedagogía basada en la problematización, la indagación y en la experimentación de los propios estudiantes, quienes finalmente aminoran sus actitudes e interés por aprender investigando.

Enfoques y aprendizaje en ciencia y tecnología

La perspectiva teórica sobre el aprendizaje de ciencia y tecnología y las estrategias basadas en conflictos cognitivos y problematización se basan en la teoría sobre el cambio o transformación cognitiva del aprendizaje. Esta plantea que toda la información adquirida (datos insumo), cambian durante la etapa de maduración biológica y psicológica del procesamiento mental del estudiante ante el ejercicio de la tarea práctica o cognoscitiva (Fisher y Bidell, 1998). Por lo cual, en el proceso de asimilación del conocimiento (información), el sujeto asume datos que son inicialmente, insumos opacos para su entendimiento, y que, durante el uso de la memoria operativa, los procesos disruptivos o procesos prácticos (de ejecución) adhieren a la memoria a largo plazo esta información, perpetuándola o

representándola como la cosa cognitiva o información asimilada (Fisher y Bidell, 1998; Karmiloff-Smith, 1979). Esta ruta propuesta por ambos autores también se siguió mediante el planteamiento del constructivismo cognitivo de Piaget (1964), desde el cual se entiende que el sujeto aprendiz ejecuta sus procesos psicogenéticos (asimilación-acomodación) en la búsqueda de la información teórica o práctica, realiza escalonamiento en esquemas mentales que permiten registrar dicha información, desde lo menos complejo a lo más complejo. En esta perspectiva, también se consideran a los datos asimilados como conceptos o funcionalidades en la estructura cognitiva o modelo mental del sujeto aprendiz.

El aprendizaje en ciencia y tecnología se construye bajo tres pilares en la educación básica regular: (a) capacidad de indagación científica, (b) argumentación científica, (c) construcción de soluciones tecnológicas y lógicas sobre el entorno. En cuanto a la capacidad de indagación científica, esta se define como la habilidad para construir conocimiento aplicando conocimientos previos sobre alguna temática o tarea ejecutable, la cual mediante la práctica en el entorno próximo se descubren: (1) el conocimiento, (2) adaptación al contexto, (3) potenciación de destrezas especializadas (Heindl, 2019). Cabe resaltar que los conceptos o procedimientos aprendidos se ejecutan mediante el descubrimiento guiado, incluyendo el uso de recursos o materiales en el proceso formativo (Gil y Di Laccio, 2017; Heindl, 2019; Matthews, 2017). El aprendizaje de la indagación guiada se realiza generalmente, por pasos secuenciales [análisis del problema, hipotetización, recopilación y contraste de datos, experimentación, conclusión] (Reffiane et al., 2019), como también pueden ser no secuenciales [inductivos] (Olave, 2019).

En relación al concepto de argumentación científica, su concepto incluye el desarrollo del aprendizaje bajo experimentación, mediante la cual se ponen en ejercicio capacidades cognitivas procedimentales que le sirve al sujeto para centrarse en una postura, estructurar argumentos explicativos, críticos y de retroalimentación, con la finalidad de razonar bajo la lógica de la comprobación (Chion et al., 2014; Lin, 2020; Liu et al., 2018), aquí el sujeto aprender a comunicar resultados, tomar decisiones bajo la

reconstrucción de los hechos que lograron dicha comunicación científica (Liu et al., 2018). De acuerdo a algunos autores orientados al análisis de esta capacidad (Boykin et al., 2019; Pei et al., 2019), la consideran como la habilidad para analizar fortalezas y debilidades de toda acción científica, con el fin de replicar los hallazgos, ya sea de forma teórica bajo pensamientos abstractos o bajo acciones fácticas. Los indicadores más reconocidos en la actividad experimental escolar se centran en la pragmática, retórica, teórica y lógica; siendo estas dimensiones interactivas emergentes en el proceso de interacción científica. Es decir, estos nunca son planos o rectos, sino más bien, aparecen en las actividades de acuerdo a la situación investigada. La construcción de soluciones es aquella capacidad servible para el análisis de situaciones complejas, pretender su solución, plantearlas mediante estrategias de razonamiento viable, de las cuales los estudiantes escogen alguna más certera ante la situación compleja (problema). Con esta capacidad, los estudiantes logran validarlas en contextos diversos, con el fin de obtener resultados confiables y replicables. En este sentido, el individuo que obtiene los resultados, evalúa las alternativas tomadas en cuenta para determinar su efectividad e impacto, es así que la competencia científica como parte del aprendizaje en ciencia y tecnología es funcional en el mapa de desarrollo escolar, ya que permite que los alumnos consigan el conocimiento científico desde el uso de las validaciones bajo razonamientos procesuales. Las consecuencias ubicadas en la actividades experimental que el docente ubica y analiza conforman los hallazgos que los propios estudiantes son capaces de generar.

Revisión de los hallazgos

Aquí implicamos el procedimiento de Huang et al. (2008), quienes aplicaron la metodología basada en conflictos cognitivos en el ámbito matemático, y mediante la cual buscaron retroalimentar las ideas previas del aprendizaje del número, consiguiendo que todo proceso conflictivo genera pre-conceptos errados, pero su uso regular genera objetivos de conocimiento que aclaran su veracidad y su posterior rectificación. Algo parecido ocurrió con Di Leo y Muis (2020), quienes encontraron que la inclusión de conflictos que reorientaban la atención selectiva en la tarea

cognitiva, mejoró la resolución de problemas, pero en mayor medida, el apoyo efectivo para aprender. De igual modo, se han encontrado evidencias en que la tecnología digital no es el único medio para lograr aprendizajes con evidencia significativa para resolver problemas (Gil y Di Laccio, 2017), más bien se sugieren la extrapolación del uso de estos recursos para masificar el uso en las interrelaciones diarias del estudiante, lo cual retribuye con mayor significancia en el aprendizaje.

En cuanto a la literatura en lengua inglesa, encontramos algunos resultados sobre el aprendizaje en ciencias, los cuales detallan la implicando de los aprendizajes basados en problemas generan efectos positivos en el uso de habilidades superiores (Erdogan y Senemoglu, 2014), aunque no se disipa la confusión en el alumnado que aprende a evadir el conflicto cognitivo (Akpınar et al., 2009), existiendo mayor confusión en aquellos que no logran superar la confusión en las interrogantes o actividades problema. Por otro lado, el uso de recursos para lograr conflictos y resolución de problemas en ciencias, biología y tecnología ha dado resultados positivos cuando se incita al alumno a identificar las propiedades del entorno o las características en el cambio que revelan con el pasar del tiempo. En algunos casos, la experimentación con las características del entorno ha sido clave para conseguir incrementar el aprendizaje en ciencias naturales, ya que también incrementan la motivación hacia la indagación y el análisis (Noura y Väilisaari, 2018). Los resultados de Iancu (2014) han revelado que el uso de seres vivos puede producir tal efecto en los estudiantes que aplican aprendizajes por socialización. En otros casos, se ha encontrado que la retroalimentación en la interrelación de los alumnos por aprender del entorno, permite originar conceptos y su comprensión cuando lo hacen por descubrimiento (Gunawan et al., 2020), esto puede mejorar cuando se realiza la retroalimentación inmediata por preguntas combinadas [cerradas y abiertas] (Meir et al., 2019). En los estudios escritos en español, Cueva et al. (2016), determinaron que una población escolar con pedagogías basadas en actividades problematizadoras en sus propias escuelas, presentan mejor actitud para aprender ciencia e investigación. En cuanto al conflicto como estrategia, Moreno (2020), implementó situaciones de clase basadas en la exploración, la búsqueda de detalles, estructuración de conocimientos

y la reflexión, generando en los sujetos implicados, posturas más sólidas hacia los resultados obtenidos, y el involucramiento en la búsqueda de soluciones. Otros resultados originados desde el uso del cuestionamiento y averiguación sobre la información de los fenómenos naturales (Díaz, 2020; Torres, 2020) describen el empoderamiento de la discusión sobre los procesos científicos de aprendizaje cuando se transforman los procesos verticales de enseñanza en procesos interactivos, con mayor intercambio de resultados, comprobaciones y búsqueda de soluciones grupales. Ello también genera el fortalecimiento del conocimiento participativo y responsable.

El objetivo planteado fue: determinar los efectos del conflicto cognitivo mediante la aplicación de estrategias pedagógicas de tipo MC/CC/RC/RE [Motivación y conflicto, conflicto y construcción de aprendizajes, retroalimentación y conflicto, retroalimentación y evaluación], en el aprendizaje de ciencias y tecnología de estudiantes de 10 a 12 años de edad.

Metodología

El método fue de enfoque cuantitativo, con diseño experimental, de tipo experimento puro, con grupos de aleatorización y mediciones pretest y posttest (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Por lo que cuantificamos la variable aprendizaje en ciencia y tecnología, desarrollada mediante la variable independiente metodología basada en el conflicto cognitivo. Para su comprobación se organizaron dos grupos de sujetos, elegidos de forma probabilística de una población de 165 escolares del ciclo V de Educación Básica Regular, asistentes a una escuela privada del Callao. La muestra fue conformada por 120 estudiantes de 10 a 12 años de edad ($M = 11.5$ años; $DE = 0.21$). El promedio de edad por grupo fue equilibrado entre sí (Grupo experimental: $M = 11.1$ años; $DE = 0.19$; Grupo control: $M = 11.7$ años; $DE = 0.20$). Organizamos la muestra en dos grupos con los cuales comparar los efectos de la variable independiente (G. Experimental $(n) = 60$; G. Control $(n) = 60$). Respecto al género, la prevalencia fue mayor en el grupo femenino (75 %). Respecto a la distribución del género en los grupos fue también mayoritaria del género femenino (Grupo experimental:

masculino = 45 %, femenino = 55 % / Grupo control: masculino = 20 %, femenino = 80 %). Utilizamos las fichas de inscripción y matrículas de los estudiantes para realizar el sorteo muestral selectivo y calcular la cantidad de muestra por cada grupo metodológico.

Utilizamos dos instrumentos de investigación, generados para la investigación mediante el uso de la matriz de desempeños y competencias establecidas por el Ministerio de Educación del Perú en la programación del Currículo Nacional de la Educación Básica (2017), por lo cual elaboramos:

- (a) Prueba de desempeños en el aprendizaje de Ciencia y Tecnología (PD). Se estructuró por 11 ítems de consistencia abierta. Es decir, con ejercicios de resolución operativa. Cada una con calificación de tres puntajes: 3 = logro, 2 = proceso, 1 = inicio. Estos puntajes permitieron cuantificar la variable respecto a las dimensiones establecidas en evaluación [indagación científica, explicación científica, construcción de soluciones tecnológicas].
- (b) Lista de competencias no evidenciadas en el aprendizaje (LC). El instrumento se construyó bajo el esquema Likert, con 36 proposiciones del tipo [El estudiante...] "...realiza preguntas sobre un problema a partir de experiencias anteriores", "...compara planteamientos o hipótesis de diferentes autores acerca del problema de investigación", "...describe un procedimiento y toma datos para recoger la información", "...construyó organizadores visuales, resúmenes para sintetizar la información". Las sentencias o proposiciones fueron evaluadas mediante calificaciones de 3, 2, 1, similares al instrumento anterior. En este caso, cada lista de competencias fue completada por el docente a cargo de cada grupo en el curso o asignatura de Ciencia y Ambiente. Esto ayudaría a evaluarlos de forma más personal, debido a su cercanía con cada estudiante. La evaluación mediante este instrumento se realizó por actividades propuestas en entornos colaborativos de aprendizaje [equipos de trabajo].

Respecto a la validez de contenido, se recurrió a cinco evaluadores

expertos, de los cuales, dos fueron especialistas en didáctica de ciencia y tecnología, dos en metodología de la investigación científica y un docente de educación primaria con especialidad en didáctica de ciencias. Se sometieron ambos instrumentos al criterio experto durante dos meses, por lo que se evaluaron criterios de viabilidad metodológica, pertinencia teórica y claridad lingüística con puntuaciones de 0 y 1. Por lo que se obtuvo una concordancia muy próxima a 1 con valores significativos en ambos instrumentos ($PD_{(v)} = 0.89$; $p < .005$; $LC_{(v)} = 0.91$; $p < .005$). Para el criterio de fiabilidad, realizamos dos pruebas de evaluación con los sujetos restantes de la población de estudio, con el fin de establecer la estabilidad de las pruebas antes de la experimentación, considerando que los valores de confiabilidad Alfa se consideraban insuficientes para tomar decisiones sobre la utilidad de ambos instrumentos. Calculamos los índices de correlación test-subtest de ambas evaluaciones, por lo que todas resultaron significativas (tabla 1).

Tabla 1. Índices de confiabilidad y correlaciones test-subtest de los instrumentos de investigación.

Instrumento	r^*	Dimensiones	α
PD	,881	Indagación científica	,876
	,782	Explicación científica	,891
	,675	Construcción de soluciones tecnológicas	,787
LC	,975	Indagación científica	,895
	,791	Explicación científica	,880
	,897	Construcción de soluciones tecnológicas	,901

Nota: $PD_{(a)} = ,961$; $LC_{(a)} = ,891$; $*p < .005$.

Fuente: Base de datos de la investigación.

De acuerdo a la tabla 1, aceptamos que la prueba (PD) y la lista (LC) presentaron índices consistentes en cuanto a la confiabilidad calculada, lo cual permitió aceptar que serían factibles para el experimento.

Procedimiento

En Huang et al. (2008) encontramos tres beneficios aportados en la construcción del número decimal en las tareas matemáticas basándose en el aprovechamiento de los conflictos cognitivos de los estudiantes: (a) descubrir y asesorar los errores del alumnado, (b) retroalimentar preconceptos (ideas previas), (c) analizar el cálculo en línea. En este caso, decidimos plantear una estructura que favorezca la estructura vertical de las sesiones de aprendizaje que se ejecutan en educación primaria, llevando la experiencia de estos autores al campo del aprendizaje escolar en la asignatura de ciencia y tecnología. Por esta razón, introducimos estos beneficios mediante el uso del conflicto cognitivo, con la convicción de que su flexibilidad y complejidad genera en los estudiantes mayor criterio en su propia autoevaluación y retroalimentación. En este caso intentamos generar investigación de la investigación propiamente dicha, es decir, aprovechar, reconocer y estudiar sus capacidades indagatorias desde sus resultados en la investigación. En este orden de ideas hemos modificado la estructura de las sesiones de aprendizaje que usualmente se desarrollaban [Motivación, conflicto, construcción, evaluación, retroalimentación: M/C/C/E/R], por sesiones de aprendizaje con métodos basados en los pasos de tipo MC/CC/RC/RE: (a) motivación y conflicto, (b) conflicto y construcción de aprendizajes, (c) retroalimentación y conflicto, (d) retroalimentación y evaluación.

En este sentido, modificamos las sesiones de aprendizaje del docente a cargo del grupo experimental, respecto a dos unidades de aprendizaje referidos en un bimestre escolar. La duración de la experimentación fue de tres meses, ya que las sesiones de aprendizaje se duplicaron de 30 por unidad a 60. Cada una de ellas se estableció en un lapso de 30 a 40 minutos. Por otro lado, se utilizaron sesiones de tipo presencial y otras de tipo virtual, con el fin de avanzar con los períodos de aprendizaje usuales, haciéndolos más fluidos para el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Para este proceso, se contactó al directivo de la institución, a los profesores y a los padres de familia con el fin de planificar las visitas respectivas a las aulas experimentales y control. Aquí se aprovechó su participación para

lograr el consentimiento de todos los actores educativos en concordancia con el proyecto de investigación. En cuanto a las puntuaciones de los dos instrumentos utilizados, estas sirvieron para confirmar si las habilidades del alumnado se desarrollaban de forma procesual como a su vez de modo sumativo. En el primer caso (PD), utilizamos el instrumento de prueba con el fin de evaluar cada dos semanas el desarrollo de la efectividad en el grupo experimental. En cuanto al instrumento LC, este sirvió para definir de modo sustancial las puntuaciones pretest y postest entre ambos grupos y así comparar de modo más decisivo si los efectos del método se debieron a otras variables como el tiempo, práctica interna escolar o práctica externa (familiar). El control de estas variables permitió hacer comparaciones decisivas sobre el efecto transeccional de la experiencia, la evaluación procesual permitió hacer una evaluación longitudinal de este efecto.

Resultados

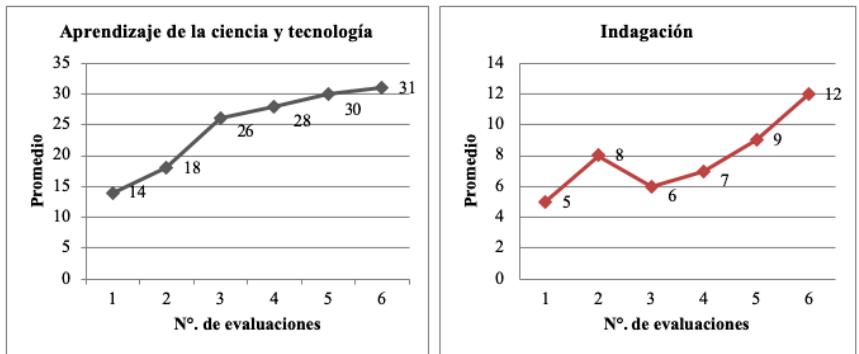
Efectos del conflicto cognitivo en el grupo experimental.

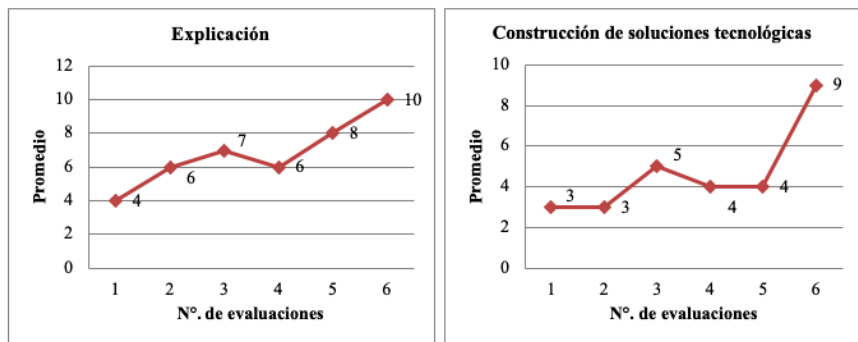
De acuerdo a la figura 1, apreciamos el incremento leve de las puntuaciones en la variable aprendizaje de la ciencia y tecnología entre la primera y segunda evaluación, es decir en un mes de desarrollo de la experiencia con conflictos cognitivos. El cambio puntual en la variable se determina a partir de la tercera y cuarta evaluación, las cuales reflejan el crecimiento en aproximadamente el 50 % del total de las puntuaciones del inicio. El análisis comparativo a nivel estadístico, permite comprobar los efectos experimentales en el grupo de individuos que recibieron sesiones de aprendizaje modificadas con tipo MC/CC/RC/RE ($t_{-4}^{(58)} = -2,978$; $p < .005$). El avance fue mucho mayor en este grupo al ser evaluados a los dos meses y medio y al tercer mes de experimentación ($t_{-6}^{(59)} = -3,078$; $p < .005$). En cuanto a la dimensión indagación (figura 1), los cambios se vieron reflejados en la segunda, cuarta, quinta y sexta evaluación. De acuerdo a una comparación pre experimental inter-grupo, se reflejaron avances significativos ($t_{-6}^{(55)} = -2,101$; $p < .005$). El incremento en la dimensión explicación, también fue significativo y sostenido a partir de segundo mes (cuarta, quinta y sexta evaluación). Respecto a esto, podemos

detallar que en la figura 1 se vislumbra que el avance en las puntuaciones se dobló en la quinta y sexta evaluación con más del 50 y 60 % de avance respectivamente.

Existieron puntuaciones de crecimiento en las referidas a las de la dimensión Construcción y soluciones tecnológicas. En este caso, el avance en este grupo se inicia a partir de la quinta semana de experimentación. Es decir, en la tercera evaluación del experimento, demostrándose el incremento de dos puntos promedio, luego se verifica un descenso promediado en 4 puntos. Finalmente, es evidente el crecimiento de la última semana de experimentación, correspondiente a la semana 12 y sexta evaluación, la comparación inter-grupos entre el inicio y el final presentó diferencias significativas ($t_{(58)} = -2,191$; $p < .005$), pero estas no fueron definitivas en esta dimensión.

Figura 1. Progreso en la variable aprendizaje de la ciencia y tecnología y dimensiones.



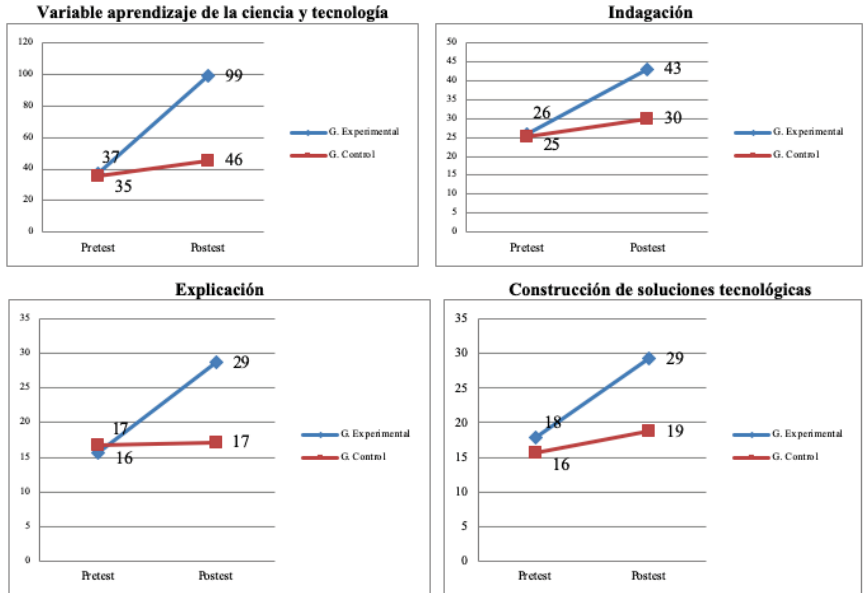


Fuente: Base de datos de la investigación.

Efectos experimentales del conflicto cognitivo en la comparación de grupos.

En cuanto a la variable aprendizaje de la ciencia y tecnología, la figura 2 refleja puntuaciones similares en la medición pretest de ambos grupos de comparación [experimental vs. control], con leve diferencia de dos puntos promedio, la cual no fue significativa ($t_{(87)} = - 1,032$; $p > .005$). Esta evidencia permitió aseverar que el inicio del experimento presentó estabilidad experimental. Luego de tres meses de la aplicación de sesiones con conflicto cognitivo en el grupo experimental, los datos obtenidos detallan la diferencia de 53 puntos promedio entre ambos grupos, la cual fue significativa y con mayor promedio para el grupo experimental ($t_{(118)} = - 3,556$; $M = 99$; $p < .005$).

Figura 2. Promedios de las mediciones pretest y postest de la variable en estudio y de sus dimensiones.



Fuente: Base de datos de la investigación.

La estabilidad en las puntuaciones de las dimensiones se corroboran en las diferencias obtenidas en todos los casos en la medición pretest, siendo estas no significativas (Indagación = -1; explicación = -1; construcción de soluciones tecnológicas = -2). Sin embargo, en la dimensión indagación, la medición postest [luego de aplicar las sesiones con acompañamiento del conflicto cognitivo], presentó diferencias significativas con 13 puntos promedio de diferencia entre grupos, siendo más efectivo en el grupo experimental ($t_{(119)} = -1,063$; $M = 43$; $p < .005$). En la dimensión explicación las diferencias también fueron significativas al finalizar la ejecución de sesiones de aprendizaje, con puntuaciones importantes para el grupo experimental ($t_{(117)} = -1,005$; $M = 29$; $p < .005$). Por otro lado, aunque las diferencias fueron de 10 puntos promedio entre el grupo control y experimental. Este último obtuvo mayores beneficios en las diferencias calculadas, por cuanto estas fueron significativas en razón de la ejecución

de clases con conflicto cognitivo ($t_{(119)} = -1,231$; $M = 29$; $p < .005$).

Discusión

En relación a los resultados sobre el aprendizaje de ciencia y tecnológica en el grupo experimental, podemos mencionar que la práctica realizada con los sujetos del grupo experimental permitieron incrementar el aprendizaje en ciencia y tecnología basándonos en el esquema disruptor con conflictos cognitivos en tareas específicamente cognitivas y procedimentales, el cual sirvió como un corrector de los preconceptos de los estudiantes como sucedió en el estudio de Huang et al. (2008). Sin embargo, esta experiencia ha permitido conocer que los conflictos cognitivos como tarea acompañante de otras fases pedagógicas, permiten atraer la atención del estudiante hacia la tarea con resultados positivos en su autodomínio y éxito académico en el ejercicio científico para emerger posteriormente como disipadores de los distractores externos a esta tarea (Di Leo y Muis, 2020; Erdogan y Senemoglu, 2014). En este sentido, los estudiantes aprendieron a utilizar sus propias herramientas de búsqueda, análisis y experimentación para comprobar respuestas que ellos brindaban mediante los cuestionamientos del docente. Ello se ha manifestado como una forma de investigación en el conocimiento, formando parte principal para hacer ciencia y tecnología.

Es importante detallar que el conflicto cognitivo ha reforzado a las fases pedagógicas, convirtiendo a la sesión de aprendizaje constructiva a una de tipo constructiva acompañante o supervisora, ya que brindó al alumnado de este grupo los medios necesarios para autoevaluarse de forma sostenida en el proceso educativo. Esto puede verificarse en el incremento progresivo de las puntuaciones recogidas por cada evaluación, puesto que cada una demuestra que las estrategias sirvieron para acompañar el aprendizaje de cada estudiante, pero poco a poco estas se iban retirando con el fin de hacer más independiente el proceso de autoevaluación sobre sus propios resultados. En cambio, es necesario acotar algunas diferencias en el efecto de la aplicación de sesiones de aprendizaje con fases pedagógicas acompañadas con el conflicto cognitivo en las puntuaciones de la dimensión

Construcción y soluciones tecnológicas.

Los resultados obtenidos entre la comparación de los efectos en el grupo experimental versus los índices recepcionados del grupo control, corroboran que el modelo de enseñanza de tipo MC/CC/RC/RE, aplicado en el grupo experimental, ha superado los efectos de una clase de tipo M/C/C/E/R, como sí ocurrió en el grupo control. Bajo estas circunstancias, tratamos de esclarecer nuevas opciones de enseñanza a diferencia del material constructivista que ya comienza a parametrarse en las sesiones de aprendizaje realizadas en la educación pública, por lo que resulta urgente cambiar de paradigmas educativos a partir de una educación basada en evidencias. En este sentido, estas evidencias han aportado nuevos hallazgos en el sentido pedagógico, ya que el conflicto cognitivo sirve para incrementar aprendizajes independientes o autonómicos, como también es más efectivo para asentar o hacer más efectivo la adopción del conocimiento, tal como lo plantean Akpınar et al. (2009). Es decir, el conflicto cognitivo impulsa a aprender desde el cuestionamiento y respuesta autónomas, a su vez, permite al estudiante acertar más en el conocimiento, evitando errores de forma sostenida. Esto también es similar a lo provocado por otros estudios que utilizaron los cuestionamientos en distintas versiones (Gunawan et al., 2020; Meir et al., 2019), e inclusive implicando el análisis del entorno próximo, las características de la naturaleza y de los recursos ambientales para desarrollar el sentido científico en el alumnado (Díaz, 2020; Noura y Väliisaari, 2018; Torres, 2020); así como también la conciencia sobre la ciencia y ciudadanía.

Ante esto, se desligan otras opciones para enseñar las ciencias y la tecnología en estudiantes con habilidades similares, entendiendo que las fases pedagógicas de los docentes deben ser más flexibles en cuanto el conocimiento de los estudiantes sobre el mundo sea mayor, pero que a partir de este tipo de experiencias se vuelvan más independientes para aprender cuestionándose sobre lo que saben o sobre lo que creen saber.

Conclusiones

Encontramos evidencias prevalentes sobre las puntuaciones comparadas de forma intergrupar en los sujetos del grupo experimental, simulando una comparación con diseño pre experimental, comprobamos que el efecto de la experiencia fue significativa desde la aplicación del conflicto cognitivo sobre el aprendizaje de la ciencia y tecnología (p -valor = ,00). Por cuanto, las sesiones apoyadas con fases pedagógicas conformadas con métodos de conflicto cognitivo, despertaron en los estudiantes mejores capacidades para indagar, revisar y analizar la información como procesos de la habilidad investigativa, así como también aprendieron a reflexionar y cuestionar los resultados obtenidos en sus clases experimentales. Estas evidencias corroboran el progreso individual del grupo que recibió los beneficios del conflicto cognitivo con fases pedagógicas del tipo [MC/CC/RC/RE: (a) motivación y conflicto, (b) conflicto y construcción de aprendizajes, (c) retroalimentación y conflicto, (d) retroalimentación y evaluación]. Esto también se evidenció en las dimensiones evaluadas. Los índices significativos obtenidos en el progreso inter-grupal (grupo experimental), fueron de tipo significativos desde el cuarto hasta el sexto mes de aplicación con mejores valores que al iniciar el programa (t -4; t -5; t -6; $p < .005$), siendo contrastados con un valor de significancia de 5 %.

Respecto a las evidencias experimentales entre grupos, podemos aseverar que los efectos del conflicto cognitivo como fase pedagógica es mejor acompañante de los procesos constructivos de enseñanza [MC/CC/RC/RE], a diferencia de una estructura pedagógica del tipo M/C/C/E/R [Motivación, conflicto, construcción, evaluación, retroalimentación]. Esto se validó en la comparación estadística obtenida con valores de significancia menores a 5 %, siendo favorable al grupo experimental (t (118); $M = 99$; $p < .005$). Esto quiere decir, que el acompañamiento basado en Huang et al. (2008): (a) descubrir y asesorar los errores del alumnado, (b) retroalimentar preconceptos (ideas previas), (c) analizar el cálculo en línea; también aseguran los procesos científicos en los escolares en etapas de aprendizaje de experimentos, indagación y construcción de respuestas tecnológicas. Desde este método podemos asegurar que los procesos del conflicto cognitivo

aseguran las etapas pedagógicas de motivación, recojo de saberes y de construcción, pero también aseguran los procesos de retroalimentación y de evaluación, por su calidad escrutadora en el propio proceso del estudiante, esta metodología se convierte en una fase pedagógica de autoevaluación provocada. Los resultados en las dimensiones de indagación, explicación y construcción de soluciones tecnológicas, corroboran estos beneficios como base del aprendizaje global en el área de ciencia y tecnología. Estas también se corroboraron con índices comparativos menores al 5 % de significancia.

En relación a las limitaciones del estudio, es necesario tener en cuenta que la dimensión construcción de soluciones tecnológicas presentó dificultades para incrementar sus puntuaciones en el progreso de los sujetos participantes del experimento. Esto demuestra que a pesar de ser significativo, existen posibilidades de que los estudiantes se encuentren parametrados en la búsqueda de soluciones a experimentos aplicados en clase, y la búsqueda de la crítica y justificación de las hipótesis, modelo pedagógico que usualmente se suele impartir desde las exigencias pedagógicas del Ministerio de Educación del Perú. Aquí, cabe la oportunidad de generar nuevos procesos, flexibles para el profesor y el alumnado, con el fin de cuestionar sus propios aprendizajes, pero al hacerlo de forma continua en el proceso de experimentación. Aunque el enfoque educativo está basado en la resolución de problemas o en la búsqueda de generación y comprobación de hipótesis, estos procesos pueden adaptarse a procesos interrogatorios constantes sin necesidad de apartarse de este modelo. Aceptamos que el modelo educativo público es crucial para el desarrollo cognitivo de los estudiantes en el campo de las ciencias, pero se deben flexibilizar los procesos de descubrimiento en actividades en que usualmente no se realizan como lo es la construcción de aprendizajes, la aplicación, retroalimentación y la evaluación académica y procedimental.

Referencias

Akpinar, E.; Erol, D.; y Aydogdu, B. (2009). The role of cognitive conflict in constructivist theory: An implementation aimed at science teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2402-

2407. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.421>
- Boykin, A.; Evmenova, A.; Regan, K.; y Mastropieri, M. (2019). The Impact of a Computer-based Graphic Organizer with Embedded Self-regulated Learning Strategies on The Argumentative Writing of Students in Inclusive Cross-Curricula Settings. *Computers & Education*, 137 (1) 78-90. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.03.008>
- Chion, A.; Meinardi, E.; y Adúriz, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20 (4), 987-100. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400014>
- Cueva, A.; Hernández, R.; Leal, B.E.; y Mendoza, C.P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencias e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- Díaz, S.P. (2020). El humedal como aula viva: escenario propiciatorio para la enseñanza de las ciencias naturales y la integración socioeducativa. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Di Leo, I. y Muis, K.R. (2020). Confused, now what? A Cognitive-Emotional Strategy Training (CEST) intervention for elementary students during mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 62, 101879. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101879>
- Erdogan, T. y Senemoglu, N. (2014). Problem-based Learning in Teacher Education: Its Promises and Challenges. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116 (21), 459-463. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.240>
- Fischer, K. y Bidell, T. (1998). Developmental of Psychological Structures in Action and Thought. En W. Damon and R.M. Lerner (Eds.) *Handbook of Child Psychology. Vol. 1: Theoretical Models of Human Development* (467-561). John Wiley and Sons.
- Flórez, G.M.; Loaiza, I.D.; y Velásquez, J.A. (2020). El enfoque de solución de problemas en la enseñanza de las ciencias sociales, naturales y la educación ambiental. *Boletín divulgativo de la red de estudios rurales*, 8(1), 40-59. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/BDRER/>

article/view/2066

- García, A.X. y Moreno, Y.A. (2020). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-Grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 149-158, 13(24). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.12.num24-10361>
- Gil, S. y Di Laccio, J.L. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(1), 1305-1, 1305-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6019781>
- Guisasola, J.; Ametller, J.; y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801-1-18. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Gunawan; Kosim; y Lestari, P.A.S. (2020). Instructional Materials for Discovery Learning with Cognitive Conflict Approach to Improve Vocational Students' Achievement. *International Journal of Instruction*, 13(3), 433-444. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13330a>
- Heindl, M. (2019). Inquiry-based learning and the pre-requisite for its use in science at school: A meta-analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 3(2), 52-61. <http://dx.doi.org/10.33902/JPR.2019254160>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Huang, T.-H.; Liu, Y.-C.; y Shiu, C.-Y. (2008). Construction of an online learning system for decimal numbers through the use of cognitive conflict strategy. *Computers & Education*, 50(1), 61-76. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.03.007>
- Iancu, M. (2014). Socio-cognitive Conflict in Learning Biology-challenge, Solving and Roles. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 127(22), 68-72. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.214>

- Karmiloff-Smith, A. (1979). Micro and Macrodevelopmental Changes in Language Acquisition and other Representational System. *Cognitive Science*, 3(2), 91-118. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0302_1
- Lin, Y. (2020). The influence of a web-based learning environment on low achievers' science argumentation. *Computers & Education*.151 (1), 1-64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103860>
- Liu, Q.; Liu, B.; y Lin, Y. (2018). The Influence of Prior Knowledge and Collaborative Online Learning Environment on Students' Argumentation in Descriptive and Theoretical Scientific Concept. *International Journal of Science Education*, 41 (2) 165-187. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2018.1545100>
- Lorca, A.A.; Retana, D.A.; y Ferreras, M. (2020). La mediación de conflictos socio-científicos en el aula de Ciencias. Los juegos de rol en dos contextos, Costa Rica y España. En: Eva Ordoñez, Emilio Delgado, María Fernández, & Carlos Hervás (2020). La mediación como estrategia de resolución de conflictos en ámbitos sociales y educativos. 104-112. Dykinson S.L.
- Matthews, M. (2017). La enseñanza de la ciencia: Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia. Fondo de Cultura Económica.
- Meir, E.; Wendel, D.; Pope, D.S.; Hsiao, L.; Chen, D.; y Kim, K.J. (2019). Are intermediate constraint question formats useful for evaluating student thinking and promoting learning in formative assessments? *Computers & Education*, 141, 103606. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103606>
- Ministerio de Educación del Perú (2017). Currículo Nacional de la Educación Básica. Ministerio de Educación.
- Moreno, Y.A. (2020). La contaminación del agua como situación de estudio en la clase de ciencias naturales y educación ambiental desde una perspectiva CTSA. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Noura, P. y Väilisaari, J. (2018). Building Natural Science Learning through Youth Science Camps. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 6(2), 86-102. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.6.2.326>

- Olave, Y. (2019). Liderazgo pedagógico: indagación científica como estrategia para favorecer el aprendizaje de ciencias naturales en estudiantes de enseñanza media. [Tesis de maestría]. Universidad Católica de Temuco. <http://repositoriodigital.uct.cl/handle/10925/2497>
- Pei B.; Xing, W.; y Lee, H. (2019). Using Automatic Image Processing to Analyze Visual Artifacts Created by Students in Scientific Argumentation. *British Journal of Educational Technology*. 50(6), 3391-3404. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12741>
- Piaget, J. (1964). Seis estudios de psicología. Editorial Labor.
- Reffiane, F.; Iswari, R.; y Marwoto, P. (2019). The effectiveness of Lectora Inspire media assisted guided inquiry method on the students' critical thinking skill in the science nature: a case study at gugus Diponegoro elementary schools Semarang. *Journal of Physics: Conference Series*. (1170), 012078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1170/1/012078>
- Torres, E.H. (2020). La indagación guiada como promotora de la transformación de la práctica de enseñanza del docente de ciencias naturales y el desarrollo de la explicación de fenómenos o situaciones en estudiantes de básica secundaria. (Tesis de maestría). Universidad de La Sabana, Colombia.

Artículo Recibido: 15-01-2021

Artículo Aceptado: 22-06-2021

