

# **Análisis del uso de la Modelización (Inteligencia Artificial): un estudio cuasiexperimental para fortalecer los desempeños en las Ciencias Naturales en estudiantes de undécimo grado**

**Analysis of Modeling Supported by Artificial Intelligence: A Quasi-Experimental Study to Strengthen Performance in Natural Sciences among Eleventh-Grade Students**

 **Adrián Enrique Rodríguez de la Barrera**

Escuela Normal Superior Santa Teresita. Colombia.

 **Carlos Farid Genes Quintero**

Escuela Normal Superior Santa Teresita. Colombia.

**Recibido:** 2025-07-17; **Revisado:** 2025-11-26; **Aceptado:** 2025-11-30; **Publicado:** 2026-01-01

## **RESUMEN**

La finalidad de este estudio es evaluar el efecto de una intervención de modelización por Inteligencia Artificial en los desempeños de los estudiantes de grado undécimo en la Escuela Normal Superior Santa Teresita, concretamente en las Ciencias Naturales. Se planteó implementar la Inteligencia Artificial con Modelizaciones como una propuesta para fortalecer los aprendizajes y competencias de indagación, resolución de problemas y dominio de competencias digitales. La metodología estuvo enmarcada en el paradigma experimental analítico, alineado con el diseño cuasiexperimental. Se abordó como población los grupos undécimos del año 2024, con 69 estudiantes, en definitiva. Se empleó un tratamiento analítico de ANOVA de comprobaciones repetidas con la intención de deducir las diferenciaciones a nivel de intragrupos e intergrupos por medio del software SPSS versión 29 libre. Los resultados demostraron que, con el uso del Inteligencia Artificial los adolescentes fortalecieron los desempeños, por lo que, adquirieron habilidades fundamentales como la creatividad, aprendizaje por descubrimiento y personalización del trabajo. En conclusión, la IA como herramienta de apoyo se establece como una herramienta novedosa, que posibilita el dominio de capacidades como la anticipación, el autoaprendizaje, competencias computacionales y la capacidad de resolución de problemas.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study is to analyze the educational impact of the use of Artificial Intelligence on the performance of eleventh-grade students at the Escuela Normal Superior Santa Teresita, specifically in the area of Natural Sciences. The study proposed implementing Artificial Intelligence with Modeling as a strategy to strengthen learning and competencies in inquiry, problem-solving, and digital skills. The methodology was framed within the analytical-experimental paradigm, aligned with a quasi-experimental design. The population consisted of the eleventh-grade groups of the year 2024, with a total of 69 students. A repeated-measures ANOVA analytical treatment was employed, aiming to infer intra-group and inter-group differences using SPSS software version 29 (free license). The results showed that, through the use of Artificial Intelligence, adolescents improved their performance, acquiring fundamental skills such as creativity, discovery-based learning, and personalized work. In conclusion, AI as a support tool emerges as an innovative resource that enables the development of capacities such as anticipation, self-directed learning, computational competencies, and problem-solving skills.

## **PALABRAS CLAVES · KEYWORDS**

Inteligencia Artificial; Ciencias Naturales; capacidad creadora; Modelling; Aprendizaje activo.  
Artificial Intelligence; Natural Sciences; Creativity; Modeling; Active learning.

## **1. Introducción**

La implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en las aulas de clase ha sido considerada un tema de gran impacto en la enseñanza de las Ciencias Naturales en los establecimientos educativos (Gómez y Sánchez, 2024), que promueve un aprendizaje más eficiente y enriquecedor en los alumnos (Valencia & Figueroa, 2023).

Indudablemente, la Inteligencia Artificial en la educación ofrece múltiples beneficios significativos. Garantiza un aprendizaje personalizado mediante sistemas flexibles que adaptan los contenidos a las necesidades específicas de cada alumno (Cervantes et al., 2024). Además, automatiza actividades interactivas, liberando tiempo para la enseñanza y mejorando la eficiencia en la gestión educativa. También simplifica la preparación de materiales didácticos y proporciona procesos de retroalimentación inmediata, lo que incentiva un aprendizaje más efectivo y comprensible (Anchapaxi et al., 2024).

Evidentemente, uno de los problemas más relevantes es la falta de comprensión y capacitación, tanto de los maestros como de las instituciones educativas, para integrar de manera decidida la Inteligencia Artificial en los métodos de enseñanza (Flores & Peña, 2024). Además, persiste la incertidumbre sobre una posible deshumanización del proceso formativo dentro y fuera del aula, así como la pérdida de la interacción personal entre alumnos y docentes, un elemento fundamental en los procesos de aprendizaje, especialmente en el ámbito de las Ciencias Naturales (Méndez, 2024).

De manera convincente, Almasri (2024) señala que la enseñanza de las Ciencias Naturales mediante el uso de la Inteligencia Artificial enfrenta varios retos trascendentales. Uno de los principales desafíos es garantizar la calidad y exactitud de los datos utilizados por los sistemas de IA, ya que, si estos no son relevantes o fidedignos, podrían proporcionar retroalimentación equivocada a los alumnos, afectando significativamente su proceso de aprendizaje. Además, Rodríguez & Genes (2024) concuerdan en sostener que la resistencia al cambio por parte de algunos educadores y estudiantes puede entorpecer la implementación adecuada de la Inteligencia Artificial, generando interrogantes sobre el rol de los docentes.

En Colombia, son pocos los estudios reportados algunas investigaciones convincentes como la de Lancheros & Vesga (2024), titulada implementación de la realidad aumentada, la realidad virtual y la Inteligencia Artificial en educación secundaria. También, Cervantes et al. (2024) en su trabajo titulado incidencia de la Inteligencia Artificial en la Institución Universitaria Americana en la ciudad de Barranquilla. Finalmente, Numa et al. (2024) investigaron la calidad de la Inteligencia Artificial en la educación del siglo XXI y concluyeron que es imperante la formación y preparación de las nuevas generaciones, de modo que, mediante el uso correcto de la IA.

En este contexto, los investigadores de este estudio, se identificaron diversos factores que influyeron en la escasa incorporación de la Inteligencia Artificial en la educación de los jóvenes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior Santa Teresita de Lórica, Córdoba, Colombia. Entre estos factores destacaron la limitada disponibilidad de recursos tecnológicos, la insuficiente formación y disposición de los docentes, así como las políticas institucionales que, en última instancia, dificultaron su implementación.

En efecto, el uso de la Inteligencia Artificial puede automatizar tareas administrativas, facilitando a los maestros la apropiación de este recurso en actividades de enseñanza mucho más respaldadas (Benítez, 2025). Asimismo, esta herramienta tecnológica facilita el análisis de abundante información, suministrando percepciones valiosas para optimizar los planes de estudio y las estrategias pedagógicas (Flores & Peña, 2024). Por ende, la

finalidad de esta investigación fue evaluar el efecto de una intervención de modelización por Inteligencia Artificial en los desempeños de los estudiantes de grado undécimo en la Escuela Normal Superior Santa Teresita, concretamente en las Ciencias Naturales. Año 2024.

## **2. Fundamentación teórica de las variables estudiadas**

### **2.1. Inteligencia Artificial**

La Inteligencia Artificial representa una revolución en el sector educativo, ya que busca implementar recursos tecnológicos para transformar la manera en que los maestros enseñan, y cómo se ejecutan los aprendizajes dentro y fuera de las aulas de clase. En ese sentido, se destaca la capacidad de particularizar los procesos de aprendizaje, adaptando las unidades temáticas vista en la escuela y las metodologías a las necesidades de cada estudiante, lo que produce un perfeccionamiento mucho más significativo de los desempeños esperados (Almasri, 2024; Lee et al., 2025).

### **2.2. Modelización en la Enseñanza**

La modelización en la enseñanza es un método educativo que desarrolla la comprensión compleja de las representaciones simplificadas de conceptos, hechos y fenómenos de ciertos procesos complejos. Este método busca que los estudiantes puedan identificar, visualizar y manipular ideas abstractas a través de esquemas, simuladores, gráficos y otros recursos visuales (Li et al., 2025).

En la educación, la modelización se aplica como una alternativa reveladora en áreas como las ciencias, las matemáticas y la tecnología, favoreciendo la curiosidad y la exploración de los alumnos a través de predicciones, resolución de problemas y descubrimientos (Wang et al., 2021).

### **2.3. Competencias en Ciencias Naturales**

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia, las competencias en ciencias naturales están construidas para favorecer en los estudiantes una comprensión profunda del entorno natural y la capacidad de interactuar con él de manera reflexiva y responsable. Estas competencias se ajustan con los lineamientos curriculares, los Estándares Básicos de Competencias (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), proporcionando un marco educativo para el desarrollo de desempeños y aprendizajes atinentes a las habilidades científicas (MEN, 2006).

## **3. Metodología**

El estudio ejecutado se deriva de las experiencias formativas que se fundamentan en la realidad educativa de los jóvenes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior Santa Teresita. En esta propuesta investigativa se implementó el paradigma experimental analítico, con enfoque cuantitativo (Smith & Rayfield, 2017), ya que se enmarca en la recopilación de datos estadísticos a partir de la previa caracterización y análisis de los mismos. Asimismo, se examinaron secuencialmente los datos obtenidos para,

posteriormente, realizar las respectivas comparaciones con base en la hipótesis trabajada, cumpliendo así con el método implementado (Han & Lee, 2022).

Se plantea, contrastar los hallazgos con la realidad inicial de la población abordada, mediante el respectivo tratamiento estadístico en la práctica, así como la intervención comparativa. Estadísticamente, lo anterior conlleva complementar la extracción de información con el análisis de los logros finales y, además, la descripción de las variables del tema de investigación, para, más tarde, poder tomar decisiones acertadas (Olney, 2025).

3.1. Diseño

En función de lo planteado, se ejecutó el modelo cuasiexperimental, puesto que, favorece de manera regulada un orden en la investigación, específicamente para la población abordada. Sin embargo, en esta perspectiva, y considerando que el método diseñado no pudo ser aleatorio con mediciones de dispersión en los grupos investigados, se determinó, en primer lugar, el establecimiento de las muestras de los grupos estudiados (Smith & Rayfield, 2017).

Bajo las circunstancias mencionadas, se implementó la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las ciencias naturales a través de los procesos de modelización, los cuales consisten en reconocer esquemas originales, modificar y diseñar arquetipos de manera organizada para abordar retos de predicción. Estos aspectos formativos se llevan a cabo desde la planificación, el desarrollo y la evaluación de las experiencias investigativas interdisciplinarias en la escuela.

Con este enfoque, se aplicó una prueba diagnóstica, una evaluación de seguimiento y, finalmente, una prueba de cierre. Estos análisis se realizaron al inicio, a lo largo de todo el año académico y al final del mismo, siempre considerando los objetivos planteados para la educación y formación en ciencias naturales. En consecuencia, el enfoque metodológico empleado en esta investigación se ajusta a un modelo cuasiexperimental de series temporales, dado que el sistema de evaluación es continuo y se lleva a cabo en distintos momentos específicos durante el estudio, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**  
*Método cuasiexperimental de orden cronológico*

Tratamiento de equivalencias	Grupo	Prueba	Aplicación	Prueba 2	Aplicación	Prueba
	1	(diagnóstico)	de la Inteligencia Artificial (IA)	(seguimiento)	de la Inteligencia Artificial (IA)	3 (Cierre)
	E	O1	X1	O2	X2	O3
	C	O4		O5		O6

Fuente: adaptado de Rodríguez & Genes (2024).

2.2. Población y muestra

La población abordada fue el grado undécimo, que comprende dos grupos pertenecientes al último año de la educación media (2024): El primero, denominado grupo control (undécimo A, con 35 alumnos), y el segundo, grupo experimental (undécimo B, con

34 estudiantes). Todos los alumnos estuvieron matriculados legalmente en la Escuela Normal Superior Santa Teresita, ubicada en el municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba, Colombia (Ver tabla 2).

**Tabla 2**

*Muestra de estudio*

		Undécimo A	Undécimo B	Total
Grupo		Control	Experimental	
Intervención		Ninguna	Uso de la Inteligencia Artificial (Modelización)	
Cantidad de estudiantes	de 34		35	69

Fuente: adaptado de Rodríguez & Genes (2024).

Cabe destacar que, se utilizó la prueba t de Student para analizar las variaciones entre los dos grupos investigados (McMillan y Schumacher, 2014). El grupo control correspondió al grado sin la intervención tecnológica (uso de la Inteligencia Artificial), mientras que el grupo experimental fue aquel al que se le aplicó el tratamiento. Para este análisis, las notas valorativas utilizadas se asumieron como prueba de equivalencia, según los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas bajo la modalidad de preguntas de selección múltiple con única respuesta. Por tanto, los grupos fueron equivalentes en la evaluación relacionada con el uso de la Inteligencia Artificial.

3.3. Hipótesis de investigación

H0: No existen diferencias significativas en los desempeños en Ciencias Naturales (procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales) entre estudiantes que reciben intervención de modelización mediada por Inteligencia Artificial (IA), y aquellos que no son intervenidos, ni entre las mediaciones pretest y posttest.

H1: Los estudiantes que participan en la intervención de modelización asistida por IA presentan mejoras significativas en los desempeños en Ciencias Naturales (procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales) en la comparación pretest–posttest, en relación con el grupo control.

3.4. Técnicas e instrumentos

Se configuraron tres fases. En primer lugar, se desarrolló una prueba diagnóstica; luego, una prueba adicional de seguimiento; y, por último, una prueba de cierre (evaluación final). En efecto, cada prueba fue diseñada por veinte preguntas de selección múltiple con única respuesta, todas enfocadas y elaborada de acuerdo a los lineamientos y Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006), así como los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para ciencias naturales.

Cada ítem construido tuvo como propósito develar los saberes y desempeños de los estudiantes en relación con las competencias establecidas para las ciencias naturales. Por consiguiente, se determinó la operacionalización de las variables de la siguiente manera: la variable independiente fue el uso de la Inteligencia Artificial, y la variable dependiente correspondió al aprendizaje de los estudiantes en el área de ciencias naturales. Desde la perspectiva del método adoptado, la fiabilidad y validez de cada prueba fueron evaluadas con el consentimiento de cinco maestros expertos en esta área, con posgrados en maestría o doctorado y, además, con experiencia formativa de diez años en el nivel de la educación media vocacional.

Para la medición de la validez, la correlación de Pearson (Cohen et al., 2003) arrojó un valor positivo por encima de 0,809, lo que indica un rango aceptable para los ítems contruidos en cada prueba. En cuando a la confiabilidad (Faplan & Saccuzzo, 2017), se observó una correlación alta de  $r = 0,746$ ,  $p < 0,01$  bilateral, lo que admite deducir una proximidad significativa a uno y una separación estadística de cero.

### 3.5. Análisis de datos

Para el tratamiento de datos, se realizó un análisis con el objetivo de establecer las estimaciones simples y centradas de las pruebas ANOVA (Analysis of Variance), a fin de comparar las medias y sus discrepancias a nivel intragrupal e intergrupar. De este modo, se utilizó el software SPSS versión 29 libre. El tratamiento estadístico y su método agrupado corresponden en su totalidad al modelo de diseño cuasiexperimental, con conjuntos intactos y series cronológicas, distribuidas en tres evaluaciones realizadas en fases secuenciales. En correspondencia al análisis de confiabilidad se aplicó el índice de Alfa de Cronbach.

Deberá proporcionar todos los detalles suficientes para que el lector comprenda y confirme el desarrollo de la investigación. Los métodos ya publicados deben ser indicados por una referencia.

En referencia al sistema de numeración indicamos, que cuando la unidad tiene el valor cero, éste no se asienta, utilizando punto en vez de coma, tal y como recomienda APA. Ejemplo: " $p < .005$ ". Las unidades de millar, por su parte, se separarán con una coma y los decimales con punto: 1,532.27.3.

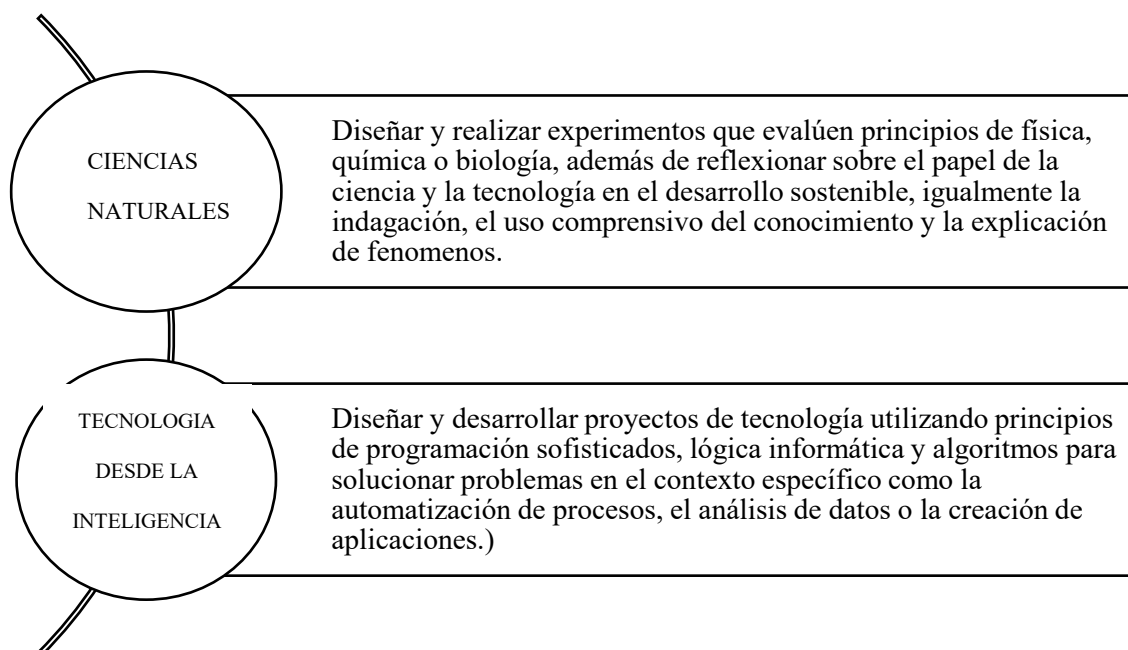
## 4. Análisis y resultados

### 4.1. Diseño e intervención pedagógica del uso de la Inteligencias Artificial

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de ciencias naturales, a través de los procesos de modelización, está inspirando posibles itinerarios de progresión en el conocimiento, alineándose cada vez más con las disposiciones pedagógicas de los estándares educativos. Esto incluye específicamente la asignatura de tecnología e informática establecida por el Gobierno Nacional (MEN) y las orientaciones curriculares para ciencias naturales y educación ambiental (MEN). La figura 1 ilustra los objetivos propuestos por el MEN en cuanto al desarrollo de competencias en ciencias naturales, tecnología e informática, habilidades de pensamiento crítico y la comprensión de fenómenos naturales mediante herramientas tecnológicas avanzadas, como la Inteligencia Artificial.

**Figura 1**

*Objetivos educativos (Estándares Básicos de competencias en ciencias naturales, y directrices curriculares para tecnología e informática enfocadas en la Inteligencia Artificial).*



Para determinar la secuencialidad de las actividades, inicialmente se realizó una evaluación del coeficiente de confiabilidad como valoración de la solidez, con el objetivo de establecer la similitud de las pruebas diseñadas. Es importante resaltar que, para la presentación del consentimiento informado, se llevaron a cabo procesos de comunicación con los padres, la administración escolar y docentes, informándoles sobre las intenciones educativas del estudio. Posteriormente, se aplicaron las distintas evaluaciones en los momentos sucesivos del proyecto para los dos grados seleccionados.

Dentro de la intervención pedagógica, a través de los procesos de modelización en la enseñanza de las ciencias naturales, se implementaron prácticas de campo utilizando Inteligencia Artificial. En esta mediación se organizaron distintos encuentros y espacios educativos, tales como, sesiones interactivas, talleres prácticos mediante herramientas digitales y actividades integradas, que se realizaron durante 50 minutos cada día a lo largo de la semana.

#### 4.2. Evaluación de prueba diagnóstico: estudio de las discrepancias entre los grupos.

Inicialmente, se realizó una evaluación previa a la mediación pedagógica, denominada prueba diagnóstica. El examen diseñado incluía interrogantes relacionadas con las actitudes de los alumnos de undécimo grado, organizadas en concordancia con los objetivos establecidos por el Estado colombiano para la educación en ciencias y tecnología. De esta manera, se corroboró tanto el grupo intacto (undécimo A) como del grupo experimental (undécimo B)."

Esta prueba diagnóstica intergrupala permitió realizar una contrastación estadística de promedios en ambos grados (tabla 5) y obtener los resultados reales en función de la



motivación de los escolares. Los datos se confrontaron considerando la medida de dispersión respecto a sus medias correspondientes, lo que permitió verificar las diferencias entre los grupos.

**Tabla 3**

*Propósitos de la Inteligencia Artificial en los aprendizajes*

Propósitos	
Estándares Básicos de Competencias	Orientaciones curriculares
Ciencias Naturales	Tecnología e informática
PCC	PCTI
Impulsar el desarrollo del pensamiento científico y crítico, los cambios biológicos, físicos y químicos de la naturaleza desde diferentes modelos.	Fomentar habilidades como la resolución de problemas, haciendo uso de las herramientas digitales como las TIC.
Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas. (MEN, 2006, p.113).	

Con relación a la tabla 3, los propósitos para fomentar actitudes favorables hacia las ciencias naturales y la tecnología se resumen de la siguiente manera: PCC, hace referencia al razonamiento científico y a la aplicación correcta de sus teorías; PCTI, abarca la informática, el pensamiento lógico computacional, la vida y su relevancia para comprender de manera más profunda la naturaleza.

**Tabla 4**

*Prueba diagnóstica univariada intergrupar*

	Prueba	Media (grupo intervenido)	Media (grupo Control)	GE-GC	F	p
PCC (10 preguntas)	1	2,8	3,02	0,13	1,04	0.99
PCTI (10 preguntas)	1	3,4	3,22	0,08	0,0216	0,443

Nota. F: Prueba de Snedecor: En su análisis, un dato más elevado establece la diferencia entre las medias; F. se ha obtenido mediante  $p=0,05$  (SPSS, versión 29).



La hipótesis  $H_0$  puede ser corroborada estadísticamente si el valor  $p$  es superior a 0,05. En relación con la tabla 4, se sostiene categóricamente que, en la prueba diagnóstica inicial, no hubo variaciones estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos de los grupos Undécimo A y Undécimo B. Por tal razón, los datos no muestran discrepancias entre los dos cursos en esta fase del proceso educativo implementado. En este sentido, se determinó que el primer propósito, dirigido a promover desempeños del estudiante, es decir, PCC, registró un valor de 1,06 en la prueba de Snedecor, con un  $p = 0,99$ , superior a 0,05; mientras que el propósito PCTI alcanzó un valor de 0,0216 en el estadístico  $F$ , con un  $p = 0,443$ , también superior a 0,05.

Es notable que las fluctuaciones en las medias analizadas son mínimas, lo que significa que los resultados son similares en los grados Undécimo A y Undécimo B, considerados como grupo intacto y grupo experimental, respectivamente. Por lo tanto, los análisis efectuados en esta fase inicial, conocida como prueba diagnóstica, conducen a descartar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y a aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ). Esto señala que, antes de la intervención, existía una equivalencia en las posturas de todos los estudiantes respecto a las áreas mencionadas en esta investigación.

**Tabla 5**

*Estimación entre la valoración de calificación de la Escuela Normal Superior Santa Teresita y la media del examen diagnóstico*

Grupo Control			Intervenido	
Dimensión	PCC	PCTI	PCC	PCTI
Promedio	2,8	3,03	3,1	3,18
Escala del colegio	2,33	2,64	2,5	2,8
Desempeño	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: elaboración propia adaptada de Rodríguez y Genes (2024).

Según las libertades estipuladas en el Decreto 1290 de 2008, la Escuela Normal Superior Santa Teresita otorga los siguientes niveles de desempeño evaluativo institucional: el intervalo de 4,69 a 5,0 corresponde a un desempeño superior; el rango de 4,0 a 4,59, a un desempeño alto; entre 3,0 y 3,99 se ubica el nivel básico; y, finalmente, de 1 a 2,99 se clasifica como desempeño bajo.

Por lo tanto, los resultados mostrados en la tabla 5 evidencian claramente que las actitudes de los estudiantes fueron inadecuadas (nivel de desempeño bajo) durante el inicio y desarrollo del proyecto de modelización apoyado con Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las ciencias naturales, probablemente debido a la aplicación de un enfoque estricto y lineal en los espacios de aprendizaje, lo que refleja el uso de métodos tradicionales de enseñanza.

**Tabla 6**

*Análisis prueba ANOVA de medidas repetidas combinadas entre intragrupos e intergrupos*

Efectos	Intragrupos		Intergrupos		Interacción	
Variables	F	p	F	p	F	p
PCC	15,220	0,000*	3,998	0,012	2,875	0,028
PCTI	32,404	0,000*	14,989	0,000*	2, 723	0,012

Nota: En el análisis Se consideró la ruta con límites inferior y superior, la esfericidad asumida y el método de Greenhouse-Geisser.

La información de la tabla 6 evidencia un cambio notorio entre grupos con respecto a la prueba de Snedecor F. Para la variable PCC, este índice F se situó en el intervalo de 2.875, con un  $p = 0.028$ , inferior a 0.05. Del mismo modo, PCTI registró un valor F de 2.723 y un  $p = 0.012$ , también inferior a 0.05. Así, se observa que, al implementar la modelización asistido con la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las ciencias naturales, los alumnos se entusiasman y desarrollan competencias significativas así como lo afirman Flores & Peña (2024).

Por otra parte, los resultados anteriores muestran aproximaciones estadísticas a nivel intragrupos, las cuales indican que, mediante la implementación de una metodología educativa atractiva, los valores fueron estadísticamente variables. Por lo tanto, el resultado de la prueba F para PCC fue de 15.220, con un  $p = 0.000$ , inferior a 0.05; mientras que PCTI, con un valor de 32.404 en la prueba de Snedecor F, presentó un  $p = 0.000$ , también inferior a 0.05.

Sin embargo, resulta vital determinar si las variaciones detectadas en los grupos se atribuyeron a procesos excluyentes o si, por el contrario, la dinámica fluctuante se originó a raíz de las interacciones. Por lo tanto, es necesario establecer si las modificaciones ocurridas en ambos grupos durante esta fase del proyecto fueron diferenciales o no.

Para lograr este objetivo, el tratamiento que hace referencia a la interacción, como efecto indica que PCC registró un valor de 2.875 en el estadístico F y un  $p = 0.028$ , inferior a 0.05; mientras que, en PCTI, se determinó un F de 2.723 y un  $p = 0.012$ , también inferior a 0.05. De este modo, es posible determinar que se produjeron cambios significativos en la implementación, la programación, el diseño y ejecución de la enseñanza de las ciencias naturales a través de la Inteligencia Artificial para la modelización en los grados undécimo. Esto se puede constatar con las investigaciones realizadas por León et Al. (2023) que reconcen a estos metodos de enseñanza por su eficiencia e impacto pedagógico, el cual fomenta desempeños positivos y desarrolla habilidades fundamentales en los campos de la ciencia y la tecnología.

Desde este punto de vista, los resultados hallados permiten inferir que la enseñanza mediante la modelización asistido con Inteligencia Artificial en ciencias naturales tiene un gran efecto y confiabilidad como recurso de intervención pedagógica (amírez, 2023). A través de esta metodología, fue posible estimular competencias en los escolares, motivándolos a acercarse de manera natural y agradable a los conocimientos vinculados a las áreas analizadas en las disciplinas estudiadas. Gracias a esta estrategia, los escenarios de enseñanza desarrollados en torno a los proyectos de modelización fomentaron diversas habilidades: desde el aprendizaje por descubrimiento, trabajo colaborativo, el aprendizaje

autónomo, el pensamiento-computacional y el pensamiento crítico, hasta el aprendizaje basado en proyectos y en problemas.

En relación con la tabla 7, se muestra el desarrollo y avance de los alumnos desde el inicio del proyecto hasta la fase final, con la implementación de la Inteligencia Artificial para la modelización en el proceso de aprendizaje. Esta fase se inicia con la incorporación de las materias de ciencias naturales y tecnología e informática. Además, se presenta una comparación entre el grupo de control y el grupo experimental.

**Tabla 7**  
*Evaluación global modificada según la escala de evaluación de la Escuela Normal Superior Santa Teresita*

Grupo control (undécimo A)									
	Prueba diagnostica			Prueba seguimiento			Prueba final		
	MV	PE	EC	MV	PE	EC	MV	PE	EC
PCC	1.90	1.80	DBA	3.18	3.52	DBS	3.30	3.52	DBS
PCTI	2.10	2.11	DBA	2.80	3.15	DBA	2.50	2.99	DBA

Nota. En la tabla MV=media de ítems validos; PE= apreciación a escala de la escuela; EC=escala cualitativa (DS=desempeño superior, DA=desempeño alto, DBS=desempeño básico y DBA=desempeño bajo).

La tabla 7 presenta, las valoraciones obtenidas al comienzo del proyecto, cuando aún no se había utilizado la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las ciencias naturales a través de la modelización, lo que garantiza que los grupos se encontraban en las mismas condiciones. En el grupo control, las calificaciones del PCC fueron de 1.80, 3.52 Y 3.52, valores considerablemente inferiores a lo habitual, que indican un rendimiento entre bajo y básico; esto implica desempeños bajos hacia las ciencias naturales. Para el PCTI, las valoraciones fueron 2.11, 3.15 y 2.99, lo que evidencia, de manera clara, que quizás las estrategias empleadas no sean las adecuadas para instruir a los alumnos en el conocimiento de las ciencias, esto se puede verificar con los aportes Flores & Peña (2024).

En contraste, en el grupo experimental —es decir, el grupo intervenido por la modelización apoyado con Inteligencia Artificial—, las calificaciones del PCC fueron de 2.70, 4.50 y 4.60, cifras sumamente motivadoras que evidencian resultados importantes y muestran que la postura hacia las ciencias naturales experimentó un avance significativo. En términos del PCTI, las puntuaciones 3.81, 4.44 y 4.80 evidencian claramente que los alumnos mostraron interés por la tecnología y que, mediante los métodos de modelización con Inteligencia Artificial, devela logros significativos en los aprendizajes así como lo menciona Amírez (2023).

## 5. Discusión

La finalidad de este estudio fue analizar el impacto del enfoque educativo de la modelización apoyado con la Inteligencia Artificial en los desempeños de los estudiantes de grado undécimo en la Escuela Normal Superior Santa Teresita, concretamente en las ciencias naturales. Con el desarrollo de la Inteligencia Artificial en las experiencias formativas, se obtuvieron datos sólidos y significativos que demuestran aprendizajes y desempeños suficientes en los jóvenes respecto a las competencias en ciencias naturales.

Igualmente, a través de la mediación pedagógica se promovieron competencias vinculadas con la indagación, la predicción de resultados, pensamiento crítico y la creatividad, lo que permitió a los estudiantes ejercer un dominio más sólido sobre los saberes y el trabajo realizado desde experiencias pedagógicas interdisciplinarias.

En consecuencia, el grupo intervenido, así como con los lineamientos y posibilidades que ofrece la Inteligencia Artificial desde una perspectiva de modelización, se lograron avances significativos en la adopción y el desarrollo de habilidades como la indagación, el uso comprensivo del conocimiento y la explicación de fenómenos en el área de ciencias naturales. Estas apreciaciones guardan coherencia con el estudio realizado por Lancheros & Vesga (2024), quienes aportaron datos selectos sobre la aplicación de la Inteligencia Artificial en entornos escolares, con la condición de que, siempre que se realice un trabajo planificado y ejecutado desde un enfoque multidisciplinario y curricular. Esto permite establecer vínculos entre las asignaturas obligatorias y la tecnología, forjando espacios de aprendizaje significativo.

Por otra parte, Cervantes et al. (2024) además concluyeron que los docentes actúan como agentes de innovación, transformando su práctica educativa y retroalimentando la enseñanza de manera más atractiva y apasionante. Al incorporar tecnologías, fomentan en los estudiantes la curiosidad, así como emociones y sentimientos positivos que pueden integrarse a su vida cotidiana (Sein et al., 2025).

Cabe decir también, que la personalización del aprendizaje, surgida a partir del uso de la Inteligencia Artificial, se presenta como un factor definitivo en los procesos mediante los cuales los estudiantes incorporan saberes y competencias en la asignatura de ciencias naturales (Lee et al., 2025).

La personalización, en consecuencia, fortalece la autonomía, los procesos motivacionales y el dominio de contenidos, lo cual se ve potenciado por el enfoque de prácticas pedagógicas interdisciplinarias y por la interacción en contextos más reales, adaptados a las condiciones y necesidades de los estudiantes.

Por otro lado, Almasri (2024) sostiene que la automatización de acciones pedagógicas dentro y fuera del aula de clases se presenta como un elemento que reduce las funciones y tareas tradicionales del docente, permitiéndole enfocar sus capacidades e iniciativas en procesos más reflexivos y en la atención individual. De este modo, actividades repetitivas como la revisión de hallazgos y prácticas de campo pueden ser abordadas de manera coherente mediante el uso de la Inteligencia Artificial, lo cual genera un tiempo más flexible y una asistencia más personalizada. Esto facilita el análisis del aprendizaje y la retroalimentación a los estudiantes en la búsqueda de soluciones a las situaciones identificadas en las experiencias investigativas (Wang et al., 2024).

Comúnmente, las evaluaciones automatizadas facilitan el progreso en los agregados que los docentes implementan durante el desarrollo de los espacios formativos. Un ejemplo

de ello es el seguimiento y la evaluación de las competencias de los escolares, lo cual puede ser impulsado mediante algoritmos basados en Inteligencia Artificial (Li et al., 2025).

Estas mediaciones, a través de recursos tecnológicos digitales gestionadas por Inteligencia Artificial, transforman y consolidan las funciones docentes desde una perspectiva más práctica. A su vez, promueven la construcción de habilidades y saberes necesarios para configurar un entorno innovador con prácticas educativas sólidas en ciencias naturales (Rodríguez & Genes, 2024).

Se evidenció que el grupo intervenido, mediante el uso de la Inteligencia Artificial y del proceso de modelización, demostró de manera clara que es posible enriquecer las estructuras formativas y experienciales de los estudiantes. Esto se logró a través de la implementación significativa de herramientas tecnológicas que fomentaron el autoconocimiento, la creatividad, el desarrollo de competencias digitales y, especialmente, la capacidad para analizar, deducir y proponer nuevas ideas frente a modelos preexistentes (Anchapaxi et al., 2024).

Consecuentemente, los estudiantes, a través de la vivencia de prácticas interdisciplinarias en contextos cercanos a la escuela, desarrollan el aprendizaje interaccionista desde una figura de construcción colaborativa, lo cual les permite generar saberes significativos y apropiarse de elementos clave para su formación (Lancheros & Vesga, 2024). Desde la argumentación, la comprobación de hipótesis y la validación del conocimiento, los estudiantes aprenden descubriendo e interactuando en entornos de socioculturales facilitados por la planificación e intenciones de los docentes y mentores (Numa et al., 2024).

En propiedad, la ciencia y la Inteligencia Artificial favorecen el autoaprendizaje al permitir la construcción de itinerarios formativos que fomentan la autonomía guiada mediante el uso de la modelización. Este proceso se articula con el desarrollo de competencias digitales en entornos interactivos, donde la criticidad y el uso adecuado de la tecnología configuran un espacio estimulante de trabajo, proyección y colaboración, orientado a la búsqueda de alternativas innovadoras que contribuyan a procesos formativos pertinentes y eficaces (Cervantes et al., 2024).

De este modo, las apreciaciones antes descritas se vinculan conscientemente con el enfoque constructivista y humanista que cimienta las rutas educativas de la Escuela Normal Superior Santa Teresita, en donde los estudiantes complementan sus saberes con la vivencia y contacto con las localidades próximas del municipio de Lorica-Córdoba, Colombia.

En cuanto a la capacidad resolutoria y la creatividad desarrolladas a través del uso de la Inteligencia Artificial brindan a los jóvenes herramientas fundamentales para enfrentar desafíos, analizar, comprobar y elaborar soluciones nuevas y diferentes frente a las situaciones que surgen en la vivencia de las prácticas interdisciplinarias. Todo esto se articula con los pensamientos de Gómez y Sánchez (2024) quienes indicaron que, con la comprensión de la naturaleza y los entornos sociales con los que interactúan los estudiantes, ello, les permite posteriormente, tomar decisiones informadas y evaluar críticamente las realidades abordadas.

En este sentido, el uso de la Inteligencia Artificial, como parte del proceso de modernización educativa, se constituye en una herramienta poderosa para generar saberes y desempeños en la asignatura de ciencias naturales, desarrollando en los estudiantes habilidades clave para su acceso y proyección hacia la educación superior. Este propósito

puede alcanzarse mediante una actitud adecuada, el uso de infraestructura y dotación tecnológica pertinente, y, sobre todo, con la capacitación y cualificación docente, factores esenciales para propiciar acciones positivas de aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas.

## 6. Conclusiones

En conclusión, los resultados demostraron que la intervención asistida por la Modelización apoyada con la Inteligencia Artificial (IA) contribuye al fortalecimiento de los desempeños en Ciencias Naturales de los estudiantes de undécimo grado. Además, el programa diseñado tuvo concordancia con el la planeación curricular, ello, anuncia conscientemente el afianzamiento de procesos importantes en la cognición y comprensión conceptual demostrando que la Modelización favorece la creatividad, capacidad resolutoria de problemas, y anticipación generando un impacto positivo. En los procesos procedimentales, se reveló demostraciones atinentes a la elaboración de conjeturas, interpretación de arquetipos y explicación de fenómenos. Y en la parte actitudinal fue notorio avances en el interés y atracción con herramientas de la Inteligencia Artificial.

Consecutivamente, el uso de la IA favorece la adquisición de conocimientos prácticos y Competencias digitales, además de las dinámicas colaborativas que se adquieren en el trabajo grupal.

Los análisis de ANOVA de medidas repetidas manifestaron que el grupo intervenido suscitó desempeños favorables en los tres procesos abordados, corroborando la hipótesis alternativa, referida a los efectos positivos de la Modelización mediada por la IA, ello, abre una brecha consecuente para generar saberes significativos en ciencias naturales, claves para la capacidad de reconocer y analizar posibles soluciones válidas a los hechos presentes en los escenarios contiguos de cada escuela, y al tiempo provocar una mejor actitud hacia los aprendizajes.

### Conflicto de interés

Los autores del artículo declaramos que no existe ningún conflicto por declarar.

## Referencias

- Anchapaxi-Díaz, C. L., Pinenla-Palaguaray, Y. M., Caiza-Olapincha, S. P., Parra-Taboada, I. A., Abad-Guamán, M. A., & Viñamagua-Arias, B. V. (2024). Uso de chatbots educativos y su impacto en el aprendizaje autónomo en bachillerato. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4), 200–214. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.16>
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977-997. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Ayala, L. A. G., Pila, V. N. C., de los Ángeles Yanchaluiza, V., Poveda, F. E. J., Lloacana, B. D. C., Pérez, A. A. C., & Albarracín, E. S. G. (2024). Integración de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de matemáticas: un enfoque personalizado para mejorar el aprendizaje. *Ciencia*



- Benítez González, M. C. (2025). *Implementación de inteligencia artificial en educación superior: percepciones, experiencias y opiniones docentes* [Artículo de investigación, *Educación y Ciencia*, 29(1)]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.  
<https://doi.org/10.19053/uptc.0120-7105.eyc.2025.29.e17775>
- Cervantes de la Cruz, J. P., Páez García, A. E., Cervera Cárdenas, J. E., & Pérez Gómez, L. M. (2024). Impacto de la Inteligencia Artificial en la Institución Universitaria Americana en Barranquilla. *Ad-gnosis*, 13(13). <https://doi.org/10.21803/adgnosis.13.13.667>
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & AiFen, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Routledge. <http://bit.ly/3lcGq2t>
- Gómez-Cano, C. A., & Sánchez-Castillo, V. (2024, April). Artificial Intelligence Applied in Higher Education: A Bibliometric Analysis. In *The International WorFshop on Big Data and Business Intelligence* (pp. 465-477). Cham: Springer Nature Switzerland.  
[https://linF.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-65014-7\\_44](https://linF.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-65014-7_44)
- Lee, G., Yun, M., Zhai, X., & Crippen, F. (2025). Artificial Intelligence in Science Education Research: Current States and Challenges. *Journal of Science Education and Technology*, 1-18.  
<https://linF.springer.com/article/10.1007/s10956-025-10239-8>
- Méndez, C. X. H. L. (2024). Reescrituras ciberfeministas en el anime poetry video de Cyber Elfa: hacia una nueva poética digital latinoamericana.  
<https://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/4738>
- Dai, X., Wen, Z., Jiang, J., Liu, H., & Zhang, Y. (2025). [Preprint]. arXiv. <https://bit.ly/3TthLJg>
- Flores, R. A. R., & Peña, M. A. G. (2024). Aprendizaje basado en modelización asistido con Inteligencia Artificial en las Ciencias Naturales: propuesta de intervención neurodidáctica. *Práxis Educativa*, 19. <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.19.22722.011>
- García-Rosado, L. F. (2024). Inteligencia Artificial en metodología de investigación científica: relato de experiencia docente. *Educación Superior*, (37), 11–34.  
<https://doi.org/10.56918/es.2024.i37.pp11-34>
- Han, J. W., ParF, J., & Lee, H. (2022). Analysis of the effect of an artificial intelligence chatbot educational program on non face to face classes: A quasi experimental study. *BMC Medical Education*, 22, 830. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03898-3>
- Hasan, M. R., & Fhan, B. (2023). An AI-based intervention for improving undergraduate STEM learning: A small-scale RCT. *PLOS ONE*, 18(7), e0288844.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288844>
- Henze, J., Bresges, A., & BecFer-Genschow, S. (2024). AI-supported data analysis boosts student motivation and reduces stress in physics education. *arXiv*.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.20951>



- Faldaras, L., HaudeF, F., & FrajciF, J. (2024). Employing automatic analysis tools aligned to learning progressions to assess Knowledge application and support learning in STEM.<https://bit.ly/3TVh8lu>
- Faplan, R. M., & Saccuzzo, D. P. (2017). *Psychological testing: Principles, applications, and issues* (9th ed.). Cengage Learning. <https://bit.ly/404pYr6>
- Lancheros-Bohorquez, W. F., & Vesga-Bravo, G. J. (2024). Uso de la realidad aumentada, la realidad virtual y la Inteligencia Artificial en educación secundaria: revisión sistemática. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 14(1), 95–110. <https://doi.org/10.21803/adgnosis.13.13.667>
- Li, A. M., Miller, E. A., & He, P. (2025). Utilizing deep learning AI to analyze student scientific models in high school physics. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-025-10217-0>
- Lee, G., Yun, M., Zhai, X., & Crippen, F. (2025). Artificial Intelligence in Science Education Research: Current States and Challenges. *Journal of Science Education and Technology*, 1-18. <https://linF.springer.com/article/10.1007/s10956-025-10239-8>
- Martínez, N. J. G. (2025). *Relevancia de las tecnologías digitales en las prácticas pedagógicas para el área de Ciencias Naturales de la educación básica: Un aporte desde el aprendizaje significativo* (Tesis doctoral). <https://bit.ly/4FlgqJX>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7ª ed.). Pearson. <https://eric.ed.gov/?id=ED577250>
- Ministerio de Educación Nacional & Ascofade. (2006). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y sociales: Formar en ciencias, ¡el desafío!* Ministerio de Educación Nacional. <https://n9.cl/i0Fzs0>
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Derechos básicos de aprendizaje: Ciencias Naturales*. Colombia Aprende. <https://n9.cl/mczfv>
- Numa-Sanjuán, N., Diaz-Guecha, L. Y., & Peñaloza-Tarazona, M. E. (2024). Importancia de la Inteligencia Artificial en la educación del siglo XXI. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(2), 49–62. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3776>
- Olney, A. M., D'Mello, S. F., Person, N., Cade, W., Hays, P., Dempsey, C. W., Lehman, B., Williams, B., & Graesser, A. (2025). Efficacy of a computer tutor that models expert human tutors: A randomized controlled trial in biology education. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.16132>
- Rodríguez de la Barrera, A. y Genes Quintero, C. (2024). La metodología STEAM: una experiencia interdisciplinar para fomentar la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje. *Praxis*, 20 (2). <https://doi.org/10.21676/23897856.5622>
- Sein-Echaluze Lacleta, M. L., García-Peñalvo, F. J., & Fidalgo Blanco, A. (2025). Educación, creatividad e Inteligencia Artificial: Nuevos horizontes para el aprendizaje. En *Actas del VIII*

- Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2025)* (pp. xx–xx). Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. <https://n9.cl/ysvap1>
- Smith, F. L., & Rayfield, J. (2017). A quasi-experimental examination: Cognitive sequencing of instruction using experiential learning theory for STEM concepts in agricultural education. *Journal of Agricultural Education*, 58(4), 175–191. <https://doi.org/10.5032/jae.2017.04175>
- Trujillo Galvis, J. E. (2017). *My Class App, una aplicación para aprender ciencias* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://n9.cl/jlfxo>
- Thomas, D. R., Lin, J., Gatz, E., Gurung, A., Gupta, S., Norberg, F., Fancsali, S. E., Aleven, V., BrunsFill, E., & Foedinger, F. R. (2023). Improving student learning with hybrid human–AI tutoring: A three study quasi experimental investigation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1145/3636555.3636896>
- Valencia Tafur, A. T., & Figueroa Molina, R. E. (2023). *Incidencia de la inteligencia artificial en la educación* [Análisis bibliométrico]. *Educatio Siglo XXI*, 29(1). <https://doi.org/10.6018/educatio.555681>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., & Du, Z. (2024). *Artificial intelligence in education: A systematic literature review*. *Expert Systems with Applications*, 252, Article 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>

### Como citar:

Rodríguez de la Barrera, A.E., & Genes Quintero, C.F. (2026). Análisis del uso de la Modelización (Inteligencia Artificial): un estudio cuasiexperimental para fortalecer los desempeños en las Ciencias Naturales en estudiantes de undécimo grado [Analysis of Modeling Supported by Artificial Intelligence: A Quasi-Experimental Study to Strengthen Performance in Natural Sciences among Eleventh-Grade Students]. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 75, Art. 8. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.117321>