

UNA ESTRATEGIA STEAM ANCLADA EN LA FABULA DIGITAL PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN LECTORA

A STEAM STRATEGY ANCHORED IN THE DIGITAL FABULA TO IMPROVE READING COMPREHENSION

Luis Facundo Maldonado Granados¹
Nelsyn Ramos Salazar²

Resumen

La comprensión lectora es una de las competencias de mayor trascendencia para el desempeño personal en la sociedad contemporánea y uno de los retos pedagógicos a los que se enfrentan diariamente los educadores. Esta investigación busca responder a la pregunta: ¿El anclaje de una estrategia STEAM en la ontología subyacente a la fábula digital fortalece la comprensión lectora y el desarrollo de un sistema integrado de competencias en ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas? Para responderla se utiliza la fábula digital como soporte estructural de una estrategia STEAM orientada a dinamizar procedimientos didácticos con estudiantes de tercer año de básica primaria. Se utiliza la ontología de la fábula para integrar la formación en español con la de ciencias, matemáticas y TIC, y se evalúa el fortalecimiento de competencias en lectura y en las diferentes áreas de formación. Se compara el desempeño de una muestra de estudiantes en el sistema de clases independientes con su desempeño en el sistema STEAM. Se usa la prueba T para grupos apareados y se complementa con información obtenida en un test de actitudes e información cualitativa de diarios de campo. Se encuentra mejoramiento significativo en el aprendizaje de los estudiantes tanto en lectura como en las disciplinas en el sistema STEAM, en las actitudes y una correlación más alta entre los aprendizajes de las disciplinas y la misma comprensión lectora. Se recomienda que la estrategia STEAM continúe y se implemente desde la etapa inicial de escolaridad.

Palabras Clave: Comprensión lectora, fábula digital, competencias STEAM.

Abstract

Reading comprehension is one of the most important competences for personal performance in the contemporary society and one of the pedagogical challenges that educators face on a daily basis. This research seeks to answer the next question: Does the anchoring of a STEAM strategy on the ontology underlying a digital fable strengthen reading comprehension and the development of an integrated system of competencies in science, technology, engineering, arts and mathematics? To answer it, digital fables are used as structural support for a STEAM strategy aimed at streamlining didactic procedures with third-level elementary school students. The ontology of the fable is used to integrate training in Spanish with science, mathematics and ICT, and the strengthening of skills in reading and in the different training areas is evaluated. The performance of a sample of students in the separated class system is compared with their performance in the STEAM system. The t-test

Recepción: Septiembre de 2021 / Evaluación: Octubre de 2021 / Aprobado: Diciembre de 2021

¹ Investigador del Grupo SIMILES de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y catedrático del Programa de Maestría en TIC Aplicadas a las Ciencias de la Educación de la misma universidad. Email: lufamagr@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5113-6210>

² Investigadora del Grupo SIMILES de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y docente de la Institución Educativa Jorge Clemente Palacios de Tibasosa, Departamento de Boyacá. Email: nelsynotas@gmail.com

for paired groups is used, complemented with information obtained in an attitude test and qualitative information from field diaries. There is significant improvement in student learning both in reading and in the disciplines included in the STEAM system as well as in attitudes and a higher correlation between the learning of the disciplines and the same reading comprehension. It is recommended that the STEAM strategy continue and be implemented from the initial stage of schooling.

Keywords: Reading comprehension, digital fable, STEAM skills.

Introducción

Entender diferentes tipos de información es una necesidad prioritaria de la sociedad actual, lo que hace de la comprensión lectora una competencia fundamental para la vida exitosa de los ciudadanos.

De otra parte, los enfoques STEM y STEAM adquieren importancia en la medida en que se vinculan a la formación de innovadores que impulsan la dinámica de generación de soluciones a problemas que van surgiendo con la globalización. La integración de conocimientos de diferentes disciplinas se muestra de especial valor en la formación de los actores de la sociedad del Siglo XXI.

La comprensión lectora vinculada al aprendizaje integrado de las ciencias, la tecnología y el arte, lógicamente es de importancia, aunque no es frecuente la consideración de su aprendizaje en este contexto.

Este trabajo estudia la función de la comprensión lectora en la educación básica en cuanto facilitadora del aprendizaje de sistemas integrados de competencias en enfoque STEAM y somete a validación una estrategia que vincula la lectura de fábulas digitales con la formación de competencias STEAM. Se pregunta si el anclaje de una estrategia STEAM en la ontología subyacente a la fábula digital fortalece la comprensión lectora y el desarrollo de un sistema integrado de competencias y busca un modelo replicable de mejoramiento de la comprensión lectora integrada al aprendizaje de otras disciplinas de formación.

Naturaleza de los procesos lectores

El cerebro lector es una evolución del cerebro que comprende el habla. Sin embargo, las habilidades de lectura y escritura no llegan a ser características de la especie como tal – filogenéticas - sino resultado de la evolución de los individuos mediante procesos educativos.

La formación del lector vincula la fonología con estructuras gráficas organizadas sintácticamente. Hay rutas de formación: de la fonología se puede pasar al significado, o a la ortografía primero y luego al significado; de la ortografía se puede pasar a través de la fonología al significado. Seidenberg (2017), presenta un modelo en el cual las palabras se representan por códigos ortográficos, fonológicos y semánticos, cada de los cuales se aprende a partir de la percepción y la acción con las restricciones de la biología humana: el conocimiento ortográfico se desarrolla al percibir y escribir las letras; el fonológico al oír y pronunciar; y el semántico al percibir el entorno y actuar sobre él. La lectura es el producto de nuestras capacidades de ver, oír, escribir, hablar, aprender, recordar, y pensar.

Leer equivale a dar una interpretación de un texto, en un proceso con componentes cognitivos y meta-cognitivos que combinan información procedente del texto con la que aporta el lector relativa al lenguaje y a un mundo físico y social de referencia que comparte con el escritor. La lectura es una actividad cognitiva compleja en la cual pensamiento y lenguaje están involucrados en continuas transacciones e implican por lo menos dos actores básicos: el lector y el texto. El

escritor está implícito en el texto, y todos los elementos se enmarcan en un contexto que los influye o condiciona. El significado es una construcción que depende de la dialéctica entre el texto, los conocimientos previos del lector y el propósito con el que este aborda la lectura (Hernández, 2016).

Mediante el proceso de lectura el lector puede comprender el texto y construir ideas sobre el contenido, y extraer de él aquello que le interesa. La lectura individual le permita avanzar y retroceder, así como detenerse, pensar, recapitular y relacionar la información nueva con el conocimiento previo que posee, lo cual se puede tomar como proceso reflexivo, que valora lo importante y lo secundario como operaciones básicas en la actividad crítica (Solé, 1992).

La educación inicia al niño en el mundo de la lectura a partir del reconocimiento de palabras, la pronunciación y el reconocimiento del lenguaje. La comprensión del lenguaje requiere de interacción con el mundo, vocabulario, estructuras del lenguaje, razonamiento verbal y conocimiento alfabético en tanto el reconocimiento de palabras requiere conciencia fonológica, decodificación y reconocimiento visual de palabras familiares. Al realizar estas actividades de manera correlacionada y entrecruzada, con el paso del tiempo, se obtiene una lectura hábil (Ospina, 2016).

La producción de materiales puede apoyar el desarrollo de la habilidad lectora. Los ejercicios de preparación, la introducción de vocabulario de manera controlada, con pocas palabras cada vez y alta frecuencia en su repetición pueden generar resultados positivos. En concordancia con este criterio, se seleccionan libros y materiales de trabajo que apoyan las habilidades de manejo de palabras (Ospina, 2016, p.43).

Ontología y significado en los textos

Los textos son representaciones sistémicas de realidades, sean estas físicas o imaginarias cuyos componentes son entidades de dos clases fundamentales: palabras que denotan entidades o procesos y palabras que muestran relaciones entre las primeras. El primer conjunto recibe el nombre de Ontología. Puede decirse entonces que el escritor elabora una representación sistémica de una realidad existente o imaginaria y que el lector, por su parte, intenta reconstruir el significado de la elaboración del escritor (Maldonado et al. 2017). El escritor y el lector comparten un mismo juego con entidades y relaciones de una estructura ontológica, y sus habilidades se evalúan según las reglas de este juego. Las relaciones conforman la sintaxis y las entidades constituyen la semántica.

En el aprendizaje de la lectura los niños desarrollan habilidades para jugar los juegos de los lingüistas (a su nivel). Aprenden a usar verbos para expresar acciones, y a éstos, asignarles actores o sujetos que hagan las acciones; son capaces de asignar objetos a las acciones, como *“pan”* en *“el padre amasó pan”*; y de integrarles instrumentos a las acciones de los actores, como en *“el padre amasó pan con el rodillo de madera”*. Los niños pueden seguir a niveles más complejos del juego al integrar el espacio y el lugar, o el tiempo o la manera de la acción (velozmente, con cuidado).

El estudio de la estructura de los textos viene utilizando formatos gráficos como, por ejemplo, los grafos conceptuales y los mapas conceptuales que ayudan tanto al formador como al estudiante a tener una visión estructural de los textos. Para el primero es apoyo en la organización de contenido y la selección de estrategias pedagógicas y, para el segundo, es ayuda en la comprensión del texto.

Sowa (1984) desarrolla la estructura de grafos conceptuales tal como se enuncia a continuación: un proceso (P) tiene un agente (A), un objeto (O) y un instrumento (I). El objeto es parte de algún sistema (S) y el instrumento, en el proceso, produce un efecto en el sistema del cual es parte el efecto (Maldonado et al. 2017).

La Ilustración 1 muestra un ejemplo de grafo conceptual elaborado a partir de una proposición tomada de la fábula "La rana y la culebra". El juego de llevar proposiciones a grafos conceptuales probablemente mejore la habilidad para comprender textos y también para elaborar textos al tomar elementos del texto y visualizar las relaciones entre ellos.

Se puede establecer una relación directa entre las categorías gramaticales de sujeto, verbo, objeto, complemento, etc., y los grafos conceptuales para que el niño desarrolle habilidades para manejar las categorías gramaticales e incrementar actividades lúdicas que se proyecten positivamente en el manejo del idioma.

Anclaje ontológico de competencias de aprendizaje

En la Ilustración 1, el nodo Agente se puede tomar como base para que los niños activen la acción de dibujar con lápiz o de pintar con crayola. Esta tríada pareja concepto (hijo de rana) - acción (dibujar) - instrumento (lápiz) - TCAI - expresa una competencia perteneciente al arte. El mismo nodo se puede ver desde la biología: el hijo de rana (que pertenece a la clase de los anfibios). La acción de clasificar usando una tabla de taxonomía de animales es una competencia desarrollada por los biólogos.

Este proceso de vincular nodos con competencias en esta investigación se denomina Anclaje Ontológico de Competencias de Aprendizaje – AOCA-.

El AOCA permite elaborar una metodología de integración de competencias con enfoque STEAM, pues en teoría, cada nodo puede expandirse coherentemente vinculando competencias del arte, las ciencias, la matemática, la tecnología o la ingeniería. Los grafos conceptuales, son dispositivos que permiten representar el contenido de un texto y apoyar el anclaje STEAM. Otro dispositivo similar y más conocido en el entorno educativo es el denominado mapa conceptual (MC). Está compuesto también por dos conjuntos de elementos: los nodos y las relaciones entre nodos y existen dispositivos de dominio público disponibles para su elaboración. La Ilustración 2 muestra un mapa conceptual elaborado en CmapTools, equivalente al grafo conceptual de la Ilustración 1. Al igual que con los grafos conceptuales, con los MC se puede representar cualquier texto y expandir la representación vinculando nuevas TCAI y expandiendo el sistema STEAM. Los MC son populares entre los educadores y se cuenta con el software CmapTools de uso libre y de fácil manejo tanto por docentes como por estudiantes.

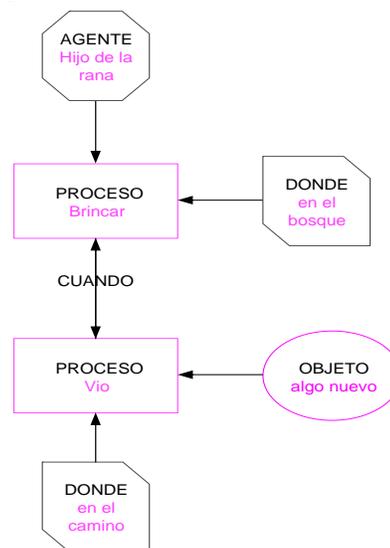


Ilustración 1. Grafo conceptual para la expresión: "El hijo de la rana brincaba en el bosque cuando vio algo nuevo en el camino", de la fábula "La rana y la culebra"

El profesor puede usar los MC para diseñar un curso con enfoque STEAM y los estudiantes para identificar la estructura de un texto y luego tomarlo de base para actividades de narración, diseño, y elaboración de pequeños proyectos. En ambos casos constituyen una práctica relacionada con elaboración de significados y, por tanto, de aprendizaje significativo (Kinchin, et al. 2019). Tanto los significados formalizados en las disciplinas como los construidos en la vida cotidiana en entornos familiares y comunitarios se pueden vincular de manera estructural en la experiencia académica.

En el aprendizaje de la lectura y en el enfoque STEAM, las prácticas sociales pueden facilitar el desarrollo de competencias cognitivas y motoras, requeridas para la escritura y la construcción de significado, por ejemplo, la narración colaborativa multimedial de un pasaje de una fábula. La lectura y la interacción alrededor de los cuentos puede promover la adquisición de conocimientos y la formación de habilidades (Biin and Weston, 2015): si en la lectura de la fábula se encuentra un animal como personaje, los estudiantes se podrían ver motivados a investigar en el libro de ciencias las características científicas y crear un entorno digital en el cual simulan acciones de este animal. El empleo de la fábula digital en esta investigación se espera que tenga resultados relevantes en este sentido.

A medida que la comprensión lectora mejora, mejora la comprensión de las disciplinas integradas, cada disciplina impulsa el mejoramiento de las otras y a medida que éstas mejoran, en el paso siguiente la lectura mejora. Se espera el desarrollo de sinergia entre los componentes del sistema

Caracterización de las áreas STEAM

Visto el sistema como se presenta en la Ilustración 3, si mejora la comprensión lectora, mejora el aprendizaje de las otras áreas de aprendizaje. Las ciencias aportan al significado de los términos habilitando observaciones, descripciones y clasificaciones. Observar, entender y describir los sistemas naturales es un conjunto de competencias que está en el foco de las ciencias. Los niños en sus primeros años desarrollan experiencias con base en las cuales construyen significados y desarrollan un vocabulario que se extiende progresivamente. Las palabras, en especial los sustantivos que señalan sistemas físicos tanto vivos como no vivos y los verbos que expresan acciones son vínculos que relacionan al niño con el conocimiento construido y que está disponible en contenidos de aprendizaje. La lectura abre el panorama de las ciencias, y a su vez las ciencias llevan a fortalecer las competencias lectoras.

La tecnología habilita la integración de procedimientos y dispositivos en las acciones que se llevan a cabo como las consultas, las observaciones, los dibujos y la escritura como correlacionada con la lectura. Los niños van desarrollando la capacidad de diseñar, de recrear, de inventar y de proyectar, que son las bases de la ingeniería; al hacerlo integran lo que aprenden en las otras

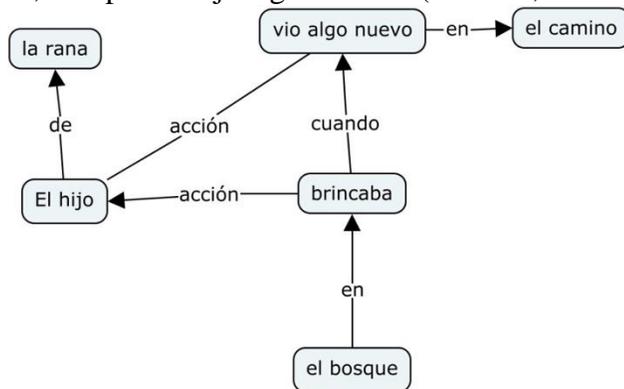


Ilustración 2. Mapa conceptual equivalente al grafo conceptual de la Ilustración 1

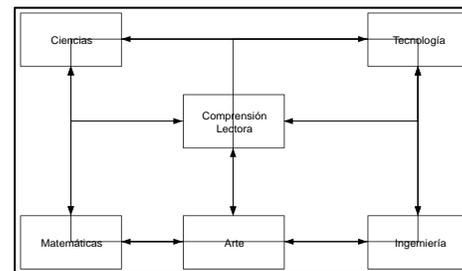


Ilustración 3. Visión sistémica de la lectura en un enfoque STEAM.

disciplinas. Un niño que desarrolla este proceso tiene una posibilidad muy alta de que se fortalezca simultáneamente tanto el aprendizaje de disciplinas como el de la lectura.

La matemática ayuda a organizar la información obtenida en la observación o en la lectura misma. Cuando el niño cuenta, o clasifica organizando conjuntos de entidades, o las ordena en el tiempo o en el espacio, o establece relaciones de causalidad, mejora la lectura y el aprendizaje de las otras disciplinas. En síntesis, el enfoque sostiene que cada una de las disciplinas se influye mutuamente y se activan sinergias en el conjunto.

No se ha encontrado en la revisión de literatura que el AOCA se haya validado mediante investigación. Este hecho justifica que en este trabajo se busque hacer una primera validación de este enfoque.

La estrategia pedagógica que se valida

A. Planeación

El primer insumo para la organización de la estrategia es el plan curricular con competencias y contenidos de aprendizaje en las asignaturas de lengua materna, ciencias, matemáticas y tecnología, y un conjunto de fábulas cuya lectura tenga potencial para activar el desarrollo de las competencias del plan curricular.

Se inicia Identificación la ontología – conceptos – de la fábula, resaltando palabras. A partir de este proceso se vinculan los contenidos de las asignaturas a los conceptos de la fábula. De esta manera se tiene información, especialmente textos, como complemento fundamental en la lectura de la fábula.

Se procede a elaborar el mapa conceptual para cada fábula y con base en éste se configuran ejercicios que piden llenar nodos vacíos del mapa.

Los conceptos seleccionados se vinculan a acciones que corresponden a las disciplinas que se integran. En este trabajo se establecen parejas concepto-acción usando matrices. Luego, en el cruce de cada concepto con su acción se vincula un dispositivo. De esta manera la matriz muestra en cada celda una tríada concepto-acción-dispositivo, y al conjunto se le puede denominar con la expresión sistema integrado de competencia

La matriz de competencias es guía para configurar entorno de aprendizaje – con los contenidos de aprendizaje y dispositivos organizados en un espacio físico.

Finalmente se organizan ejercicios que piden a los estudiantes hacer conjeturas – escenarios posibles – o razonamientos de la forma: *¿Qué hubiera sucedido si en lugar del suceso X se hubiera dado el suceso Y?* De esta forma se estimula el pensamiento en prospectiva, base para la generación de proyectos.

B. Estrategia desarrollada con los estudiantes.

En correspondencia con la planeación desarrollada, la estrategia STEAM que se somete a validación está compuesta por los pasos presentados en la Ilustración 4.

| Estrategia STEAM | |
|--|--|
| 1. Lectura en voz alta de la fábula | Feedback |
| 2. Clasificación de la lista de palabras | feedback |
| 3. Llenar los nodos vacíos del mapa conceptual | feedback |
| 4. Leer los contenidos complementarios para los nodos escogidos | Responder cuestionario de comprensión de lectura correspondiente Feedback |
| 5. Diseñar un escenario para una narrativa interactiva digital | Feedback |
| 6. Escribir guion de acciones en el escenario | Feedback |
| 7. Desarrollar la narrativa | Feedback |
| 8. Presentar la narrativa | Feedback |
| 9. Reflexión basada en juicios de metamemoria | Feedback |
| Reflexión prospectiva | |
| Feedback | |
| 10 Prueba de unidad sobre comprensión lectora: literal, inferencial y crítica, y de contenidos de áreas. | Feedback |

Ilustración 4. Estrategia STEAM que se somete a validación. Pasos que desarrollan los estudiantes con el correspondiente feedback dado por el profesor.

Materiales y métodos

Diseño de la Investigación

Se somete a prueba la hipótesis según la cual la media de lectura de los estudiantes cuando siguen la estrategia de anclaje en la ontología de la fábula, es superior a cuando siguen la estrategia de aprendizaje independiente de áreas de conocimiento.

Como complemento a la prueba de la hipótesis principal se evalúa si la evolución de la comprensión lectora va acompañada con evolución de las competencias en ciencias, matemáticas, arte, diseño y tecnología y finalmente si hay interdependencia entre estos componentes.

Variables. La Variable Independiente es la estrategia STEAM seguida en el desarrollo de las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (Ilustración 4) y la dependiente, la comprensión de lectura que se observa en tres niveles: literal, inferencial y crítica. Los contenidos de la lectura involucran componentes de las áreas de aprendizaje consideradas. Esta variable se mide a través de pruebas de competencias y tiene asociada la actitud y la motivación de los estudiantes, que se observa a través de encuestas de opinión.

Diseño cuasi-experimental: El diseño seguido para la comparación de efectos de la variable independiente sobre la dependiente usa la estructura de *Validación de Estabilidad en el Mismo Grupo*, (Shadish, et al., 2002, p 106). La figura 11 muestra los pasos seguidos: La investigación se desarrolla tomando como referencia el rendimiento en dos unidades previas de aprendizaje y tomando la media de competencias; luego se introduce la estrategia diseñada y se hace medición mediante un postest y finalmente se hace una segunda aplicación de la estrategia y se aplica el correspondiente post-test. Se compara los resultados de las

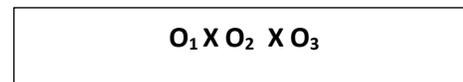


Ilustración 5. Diseño de cuasi-experimental. O_1 =Observación antes de introducir la estrategia STEAM; X =procedimiento STEAM. O_2 y O_3 = observaciones en unidades con estrategia STEAM.

unidades previas con los de la primera aplicación y luego se comparan los resultados de la primera y la segunda aplicación de la estrategia para evaluar la estabilidad del efecto.

Mediciones

Pre-test de lectura: Para cada unidad se usó un test que evalúa los tres niveles de lectura (literal, inferencial y crítico), constituido por diez ítems tomados de las Pruebas Saber, diseñadas por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES. Se aplica antes de iniciar cada unidad.

Post-test: En la fase post-test se aplica un cuestionario equivalente también tomado de pruebas saber. El instrumento se compone de diez ítems enmarcados en la fábula digital empleada en el anclaje del enfoque STEAM.

Prueba de conocimientos integrados STEAM

Es la evaluación mediante cuestionarios de los conocimientos que se van adquiriendo en las disciplinas integradas de Ciencias, Matemáticas, Tecnología y diseño, y Arte.

Encuesta de opinión: Al inicio de la experiencia se aplica un cuestionario de opinión de pregunta abierta, con el fin de poder establecer los gustos de los estudiantes en relación con la lectura y una encuesta de opinión constituida por diez ítems. Luego del desarrollo de la estrategia de intervención se aplica el mismo cuestionario de opinión para determinar si hubo cambio en las apreciaciones de los estudiantes en torno a la lectura

Observación participativa: se utiliza el diario de campo y se organiza una bitácora del acontecer del estudio, es decir, se realizan registros sistemáticos de la manera como acontecen los hechos del proceso experimental, los avances y dificultades que tienen los estudiantes en relación comprensión lectora y el aprendizaje de las disciplinas.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis está constituida por el 100% de los estudiantes de un grupo de tercero de primaria, 8 niñas y 16 niños, con edades entre 7 y 9 años, de la Institución Educativa Jorge Clemente Palacios, ubicada en Tibasosa, Boyacá, Colombia. Es una muestra dada de tipo no probabilístico cuya elección depende de los factores institucionales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Análisis de Datos

La validación de hipótesis mediante la prueba T para grupos apareados, el promedio de rendimiento en lectura en dos unidades previas a la implementación de la estrategia STEAM con el promedio obtenido en la primera unidad con la nueva estrategia. Se utiliza la plataforma estadística JASP de la Universidad de Ámsterdam³, de uso libre.

Tabla 1. Prueba T para grupos apareados

| Paired Samples T-Test | | | | | | |
|-----------------------|---|------------|--------|----|--------|-----------|
| Measure 1 | | Measure 2 | t | df | p | Cohen's d |
| lect Ind | - | LectSteam1 | -5.244 | 23 | < .001 | -1.070 |

Note. Student's t-test.

La media de lectura en la condición STEAM es de 3.949 mientras que en condición de asignaturas independientes es de 3.367. En la Tabla 1, la variable "lect Ind" (primera medición)

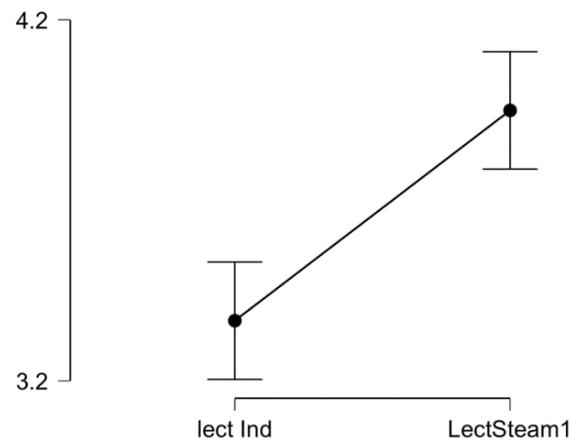
³ <https://jasp-stats.org/>

corresponde a la condición de formación en el sistema de asignaturas separadas y la variable "LecSteam1" (segunda medición) corresponde a la variable lectura con la estrategia STEAM diseñada para esta investigación. La comparación muestra un valor t de -5.244 , al cual corresponde una probabilidad de error de 0.001 al afirmar que las medias son diferentes. El grado de libertad para 24 sujetos es de 23. El tamaño del efecto ($.08 < 1.07$) usando la prueba de Cohen es grande (Becker, 2000). Este análisis es una prueba de que hay diferencia significativa en el desarrollo de la lectura en las dos condiciones. El Test of Normality (Shapiro-Wilk) da un valor $W=0,978$ con valor $p < 0,851$, lo cual permite asumir distribución normal de los datos.

Figure 1. Comparación de la lectura en formación de asignaturas independientes (lect Ind) en comparación del aprendizaje de lectura en condición STEAM (LectSteam1)

La gráfica generada por el sistema (Figure 1) muestra la superioridad del aprendizaje de lectura en la condición STEAM frente a la condición de aprendizaje de lectura como asignatura independiente.

Los datos estadísticos dan soporte a la hipótesis alterna y en consecuencia se puede concluir que la media de lectura de los estudiantes cuando siguen la estrategia de anclaje en la ontología de la fábula, es superior a la media de lectura cuando siguen la estrategia de aprendizaje independiente de áreas de conocimiento.



Desarrollo de los componentes STEAM

Como complemento a la prueba de la hipótesis principal se evalúa si la evolución de la comprensión lectora va acompañada con la evolución de las competencias en ciencias, matemáticas, arte, diseño y tecnología y finalmente si hay interdependencia entre estos componentes.

En primer lugar, se compara si hay un desarrollo paralelo y similar de competencias STEAM. Para esto, se comparan los promedios de las asignaturas de ciencias, matemáticas, tecnología y arte en condición de aprendizaje de asignaturas independientes y en condición de aprendizaje bajo estrategia STEAM. Se usa nuevamente la comparación mediante prueba T para grupos apareados, dado que son los mismos sujetos en dos momentos y condiciones diferentes.

Tabla 2. Prueba T para grupos apareados, con 24 sujetos

Paired Samples T-Test

| Measure 1 | Measure 2 | t | df | p | Cohen's d |
|-----------|-----------|--------|----|--------|-----------|
| Steam ind | posSTEAM1 | -3.893 | 23 | < .001 | -0.795 |

Note: Student's t-test

La variable Steam ind (Tabla 2) indica los valores de aprendizaje de los componentes STEAM en condición de asignaturas independientes y posSTEAM, el aprendizaje de los mismos componentes bajo la estrategia diseñada para esta investigación. En el primer caso el valor de la media es de 3.565 y en el segundo de 4.018. La prueba de Shapiro Wilk con valor W de 0.924 y p de 0.071 permite asumir distribución valor de los datos. La prueba t de Student muestra un valor t relativamente grande y, de manera muy similar a la comparación del aprendizaje de la lectura, el valor p es pequeño (menor que 0.001) y el tamaño del efecto no es tan grande como en el anterior (evaluación con la prueba de Cohen), pero es de tamaño medio y cercano al límite de tamaño grande ($0.795 < .08$). Se encuentran diferencia significativa similar a la del aprendizaje de la lectura con los resultados de aprendizaje de componentes STEAM.

Comparación de Actitudes

Tabla 3. Comparación de actitudes en las dos condiciones estudiadas

| Paired Samples T-Test | | | | | | |
|-----------------------|---|---------------|--------|----|--------|-----------|
| Measure 1 | | Measure 2 | t | df | p | Cohen's d |
| Actitud ind | - | ActitudSteam1 | -9.521 | 23 | < .001 | -1.944 |

Note. Student's t-test.

Se evalúan las actitudes frente al aprendizaje mediante prueba diseñada para este propósito. Se aplica al terminar el proceso de formación de asignaturas independientes y luego al finalizar la unidad STEAM. Los datos son comparados mediante prueba T para grupos apareados. La prueba de Shapiro-Wilk muestra un valor $W=0,921$ con valor $p=0.062$ lo cual indica una distribución normal de los datos. La media en condición de aprendizaje independiente es de 3.4467 y en condición STEAM de 4.313. La Tabla 3 muestra los resultados de la prueba T. Las diferencias son significativas y el tamaño del efecto grande, superior al de las diferencias entre lectura y logros en aprendizaje de disciplinas.

Correlación entre lectura y aprendizaje de las disciplinas incluidas en el esquema

STEAM. Para evaluar si hay interdependencia entre estos componentes, como se prevé en el diseño metodológico, se hace un análisis de correlación entre los puntajes de lectura y los de aprendizaje de las asignaturas incluidas en la estructura STEAM en la condición de asignaturas independientes, en primer lugar, y luego se hace el mismo análisis en la condición de aprendizaje integrado STEAM. En el primer caso la correlación es de 0.646 con un nivel de significación de $p < .001$ y en el segundo, de 0.906, con un nivel de significación de 0.001. Se puede validar que el aprendizaje de la lectura está positivamente correlacionado con el aprendizaje de las disciplinas en las dos condiciones estudiadas y que el enfoque integrado fortalece esta relación.

Comparación de la condición de aprendizaje en asignaturas independientes con el aprendizaje integrado STEAM.

Se compara ahora el aprendizaje en las dos condiciones de cada una de las áreas. Para este propósito se usa la prueba T para grupos apareados y los puntajes de cada disciplina en cada una de las condiciones.

Tabla 4. Comparación de aprendizaje en cada una de las disciplinas en las dos condiciones del estudio.

| Asignatura | Media Independiente | Media STEAM | T | P | Cohen's |
|------------|---------------------|-------------|-------|-------|---------|
| Arte | 3.617 | 4.104 | 4.232 | 0.001 | 0.864 |
| Tecnología | 3.862 | 4.188 | 2.829 | 0.01 | 0.577 |
| Ciencias | 3.417 | 3.888 | 2.958 | 0.007 | 0.604 |
| Matemática | 3.354 | 3.888 | 3.232 | 0.004 | 0.660 |
| Lectura | 3.367 | 3.949 | 5.244 | 0.001 | 1.070 |

La Tabla 4 resume los análisis hechos para cada área de aprendizaje. Las columnas segunda y tercera muestran las parejas de medias que se comparan. Se puede observar que todas las medias correspondientes a la condición STEAM son superiores a las de la formación en asignaturas independientes. La cuarta y quinta columnas muestran el valor t y el nivel de significación de las diferencias y muestran valores t enteros y positivos, con niveles de significación altos en todos los casos. El tamaño del efecto con la prueba de Cohen (última columna) muestra tamaños grandes de significación para el aprendizaje de la lectura y del arte y medio para las otras asignaturas.

Este análisis muestra la superioridad de la estrategia STEAM. También se puede inferir que el aprendizaje de la lectura es el más fuerte y por ende las otras asignaturas se ven positivamente favorecidas, como se mostró en el análisis de correlación.

Análisis de la relación entre aprendizaje de los componentes de la estrategia STEAM.

Con el propósito de ampliar la comprensión de la dinámica de aprendizaje en la unidad desarrollada con estrategia STEAM se presenta la tabla de correlaciones entre los puntajes obtenidos en cada componente en el test aplicado al finalizar la unidad (Tabla 5). El entramado de relaciones es significativo en todos los casos. Esta es una evidencia para sustentar la coherencia de la estrategia y su valor positivo para promover el aprendizaje integrado

Tabla 5. Correlaciones entre las áreas de aprendizaje incluidas en la unidad con estrategia STEAM

| Pearson's Correlations | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------|---|--|--|--|--|
| Variable | | Post-L Literall | PostT- Lcr.tical | Post- LInferenciall | PostT- Matem.tical | PostT- Cienciasl | PostT- Tecnolog.a1 | PosT- Arte1 | | | | | |
| 1. | Post-L Literall | Pearson's r | — | | | | | | | | | | |
| | | p-value | — | | | | | | | | | | |
| 2. | PostT- Lcr.tical | Pearson's r | 0.930 | — | | | | | | | | | |
| | | p-value | < .001 | — | | | | | | | | | |
| 3. | Post- LInferenciall | Pearson's r | 0.951 | 0.905 | — | | | | | | | | |
| | | p-value | < .001 | < .001 | — | | | | | | | | |
| 4. | PostT- Matem.tical | Pearson's r | 0.774 | 0.749 | 0.740 | — | | | | | | | |
| | | p-value | < .001 | < .001 | < .001 | — | | | | | | | |
| 5. | PostT- Cienciasl | Pearson's r | 0.865 | 0.880 | 0.795 | 0.687 | — | | | | | | |
| | | p-value | < .001 | < .001 | < .001 | < .001 | — | | | | | | |
| 6. | PostT- Tecnolog.a1 | Pearson's r | 0.890 | 0.892 | 0.837 | 0.834 | 0.900 | — | | | | | |
| | | p-value | < .001 | < .001 | < .001 | < .001 | < .001 | — | | | | | |
| 7. | PosT- Arte1 | Pearson's r | 0.862 | 0.855 | 0.836 | 0.840 | 0.846 | 0.951 | — | | | | |
| | | p-value | < .001 | < .001 | < .001 | < .001 | < .001 | < .001 | — | | | | |

Unidad de Seguimiento

Los resultados encontrados en la primera unidad con la estrategia Steam diseñada fueron replicados en una segunda unidad. Desafortunadamente durante su desarrollo la pandemia del covid-19 afectó fuertemente a la región donde se desarrolló la investigación. Algunos niños tuvieron calamidades en sus hogares y su actitud y motivación para el estudio se vio afectada. Aun así, se presenta la información de resultados comparados con la unidad previa. En primer lugar, la comparación de resultados en el pos-test de las dos unidades en lectura mediante la prueba T para grupos apareados. El valor de la media en la primera unidad STEAM fue de 3.949 y en la segunda de 3.644. La muestra un valor t de 1.915 con un valor $p=0.068$. Estos valores muestran una diferencia no significativa entre los resultados en las dos unidades en cuanto aprendizaje de lectura comprensiva y se puede asumir que los estudiantes conservaron la misma dinámica que en la primera unidad.

Tabla 6. Comparación de resultados en lectura en las dos unidades con estrategia STEAM.

| Paired Samples T-Test | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-------|----|-------|-----------|
| Measure 1 | Measure 2 | t | df | p | Cohen's d |
| LectSteam1 | - LecturaSTEAM2 | 1.915 | 23 | 0.068 | 0.391 |

Note. Student's t-test.

En segundo lugar, está la comparación del aprendizaje de los componentes de la estructura STEAM (Tabla 7). El valor promedio de aprendizaje de asignaturas en la primera unidad STEAM es de 4.018 y en la segunda, de 3.844. El valor t de 1.326 y el nivel de significación obtenido de $p=0.198$, muestra que los resultados son estadísticamente iguales.

Tabla 7. Paired Samples T-Test. Comparación de aprendizaje en asignaturas.

| Measure 1 | Measure 2 | t | df | p | Mean Difference | SE Difference | Cohen's d |
|-----------|-----------|-------|----|-------|-----------------|---------------|-----------|
| posSTEAM1 | - STEAM2 | 1.326 | 23 | 0.198 | 0.174 | 0.131 | 0.271 |

Note. Student's t-test.

En tercer lugar, se comparan las actitudes de los estudiantes medidas con el mismo test. En la primera unidad el promedio de las puntuaciones es de 4.313 y en la segunda de 3.854. La Tabla 8 muestra el resultado de la comparación con la prueba t de grupos apareados. El valor t de 2.882 y el valor $p=0.008$ muestran diferencia significativa entre las medias de actitud. El tamaño del valor del efecto es mediano según la prueba de Cohen (Becker, 2000). Esta evidencia podría estar asociada con los factores ambientales del momento.

Tabla 8. Comparación de los resultados en test de actitud de los mismos estudiantes en las dos unidades STEAM

| Paired Samples T-Test | | | | | |
|-----------------------|----------------------|-------|----|-------|-----------|
| Measure 1 | Measure 2 | t | df | p | Cohen's d |
| ActitudSteam1 | - post-ActitudSteam2 | 2.882 | 23 | 0.008 | 0.588 |

Note. Student's t-test.

Análisis cualitativo a partir del diario de campo

Las observaciones realizadas y registradas en el diario de campo durante el desarrollo de la estrategia STEAM muestran a los niños activos incrementando su vocabulario, ganando seguridad y habilidad expresiva; hacen inferencias sin temor; participan con interés y agrado en el proceso de cada una de las unidades implementadas; expresan sus dudas y verifican la validez de sus afirmaciones; muestran concentración y prefieren la actividad de aprendizaje frente a otras opciones de acción como salirse del aula.

Interpretan lo leído y hacen inferencias. Construyen el significado de la información de las distintas notaciones del texto y el contexto sin dejar de lado los signos de puntuación.

Responden las pruebas con responsabilidad. Analizan las posibles respuestas tomando en cuenta el texto literal. Demuestran su comprensión y asertividad al dar juicios. Leen los textos varias veces para encontrar la respuesta objetiva.

De las observaciones hechas se puede inferir que los niños desarrollan capacidad de identificar la idea principal y diferenciarla de las ideas secundarias y que se forma aprendizaje significativo con la aplicación de la estrategia.

Aparte de mejorar el pensamiento algorítmico y lógico, el uso del entorno **Scratch** fomenta la imaginación y la creatividad. El estudiante adquiere habilidades para desarrollar con facilidad escenarios diferentes a partir de la planificación y el desarrollo de los sucesos de las fábulas. Los estudiantes realizan con agrado, entusiasmo y seguridad este proceso.

El entorno usado facilita la organización y el descubrimiento de propuestas innovadoras a su corta edad y desde su perspectiva. El desarrollo de pensamiento sistémico es evidente y potencia la comprensión lectora y el trabajo colaborativo. La interacción entre ellos se manifiesta en la ejecución y ajuste de las distintas representaciones animadas que utilizan la biblioteca **scratch**, la cual exploran libremente. Juegan con textos, audios, mapas, esquemas, gráficos, videos, fotos etc., al tiempo que se dan mutuamente feedback y valoran lo aprendido.

La estrategia implementada es innovadora ya que ni la consternación de la Covid-19 impidió los encuentros para llevar a feliz término la investigación. Se logra una actitud de colaboración positiva y permanente y no hubo deserción de participantes. En prospectiva, esta estrategia es un excelente método de comunicación para potenciar el aprendizaje colaborativo y para anclar el aprendizaje integrado de las diferentes disciplinas (STEAM).

Conclusiones

Los datos estadísticos dan soporte a la hipótesis alterna y en consecuencia se puede concluir que la media de lectura de los estudiantes cuando siguen la estrategia de anclaje en la ontología de la fábula, es significativamente superior a la media de cuando siguen la estrategia de aprendizaje independiente de áreas de conocimiento y el tamaño del efecto es grande (prueba de Cohen).

La descripción de las actitudes de los estudiantes en las dos condiciones forma parte de la concepción sistémica del aprendizaje. Los resultados de la aplicación del test de actitudes y el registro en diario de campo muestran actitudes muy positivas frente a la estrategia diseñada (STEAM) con base en las fábulas.

Sobre la dinámica del aprendizaje en las áreas de ciencia, tecnología, arte y matemática, se puede sustentar que hay un mejoramiento significativo al introducir la estrategia diseñada, similar, aunque levemente inferior al del aprendizaje de la lectura. Se puede afirmar que el rendimiento en lectura está relacionado significativamente con el aprendizaje de las otras disciplinas (matemáticas, ciencias, tecnología y arte) en el sistema de clases independientes y separadas.

Se puede inferir que el aprendizaje de la lectura con la estrategia STEAM es fortalecido al igual que el de las asignaturas integradas. El análisis de correlación muestra interacción sistémica

entre las competencias desarrolladas en las disciplinas integradas. Si bien en la condición previa la correlación entre los aprendizajes de la lectura y los componentes disciplinares es significativa, esta relación se fortalece con la estrategia diseñada. Se puede, en consecuencia, sustentar que con la estrategia pedagógica se desarrolla un sistema de competencias en el cual el fortalecimiento del aprendizaje en cada componente afecta positivamente el aprendizaje de los otros componentes. Si se mejora, por ejemplo, el aprendizaje de las ciencias, se mejora también la comprensión lectora y el razonamiento matemático. Muy probablemente este es el escenario propicio para el desarrollo de la creatividad y el pensamiento crítico y podría estudiarse en futuras investigaciones.

En este sentido esta investigación replica resultados de la integración de disciplinas con enfoque STEM a partir de proyectos de robótica (Melo, 2020). En el nivel de educación media se desarrolla interdependencia entre el desarrollo de competencias de las disciplinas integradas, aunque en un nivel menor al observado en este trabajo, y de manera similar se observa tendencia a mejorar la actitud frente al aprendizaje como tal e impulso de la creatividad y la iniciativa.

Los resultados analizados permiten señalar que anclar la integración de competencias en la ontología subyacente a la fábula digital en un enfoque STEAM es innovadora. Los resultados significativamente superiores comparados con la condición previa y la estabilidad en la segunda aplicación de la estrategia, muestran una forma nueva y superior para el desarrollo de conocimiento y habilidades en un ambiente dinámico, entretenido y agradable.

Se cumplió el objetivo de *posibilitar un ambiente innovador de aprendizaje de competencias de las áreas de la metodología STEAM y la comprensión lectora*. Hay impacto y novedad con la implementación de la estrategia didáctica, no solo en los estudiantes sino en los padres de familia, ya que, a pesar de la Covid-19 permiten que sus hijos participen en el desarrollo de la temática para fortalecer su proceso cognitivo.

El enfoque STEAM genera mejor retención de los conceptos a la hora de exponer o cambiar una idea y contestar preguntas más libremente sin miedo a equivocarse; al observar la dinámica de la estrategia captan imágenes mentales y con facilidad argumentan e infieren y construyeron nuevos episodios. Particularmente el uso de software, como es **scratch**, se convierte en una condición clave para apoyar la comprensión lectora, que se manifiesta en el agrado y creatividad en los educandos.

La evaluación del impacto del enfoque STEAM basado en la fábula digital en el desarrollo de la comprensión lectora en los niveles literal, inferencial y crítico de los estudiantes participantes en el estudio muestra un desarrollo armónico de las tres dimensiones y el análisis de correlación muestra una relación estrecha con el aprendizaje de competencias de cada una de estas dimensiones. Se puede sustentar que la consideración explícita de estas dimensiones de la lectura puede ser clave en el aprendizaje mismo de la lectura y del desarrollo del sistema STEAM. Esta es una característica fundamental en el enfoque de esta investigación.

Se concluye que la estrategia STEAM facilita el mecanismo de retención del conocimiento ya que durante el desarrollo demanda la activación del interés y la atención para obtener mayor participación al conocer la calidad de su contenido en la memoria, que induce los resultados en las pruebas asociadas a los juicios metacognitivos y al rendimiento de la memoria por la variedad de episodios en la implementación estratégica. Es una perspectiva de aumento del rendimiento académico sin la afectación de sus emociones por la pandemia en contra de la nueva modalidad de estudio en casa.

Alcances y limitaciones

El diseño cuasi experimental de Validación de Estabilidad en un grupo, se desarrolla en condiciones dadas de una institución educativa específica. No hay selección ni asignación aleatoria

de los sujetos. En consecuencia, se puede sostener la validez interna en cuanto los resultados son reales de los sujetos y condiciones especificadas y la estabilidad también se prueba. Sin embargo, la validez externa exigiría comparación de parejas de grupos y asignación aleatoria desde la perspectiva experimental. La triangulación de información cuantitativa y cualitativa fortalece la validez del trabajo y la comparación con la investigación de Melo (2020) con tendencia similar en los resultados, hace pensar que los resultados pueden ser positivos en otros niveles de educación. Sin embargo, se requiere más investigación para corroborarlos.

La investigación se hace en una condición muy especial generada por la pandemia del COVID-19. Durante el desarrollo de la primera unidad la comunidad educativa está alerta pero no ha sido afectada; en la segunda unidad la comunidad ha sido afectada por un pico alto de contagio. Es posible que afecte en algún grado los resultados, pero no hay razones para invalidarlos.

Referencias Bibliográficas

- Becker, L. A. (2000). Effect Size (ES) <<http://web.uccs.edu/lbecker/Psy590/es.htm>> © 2000 Lee A. Becker
- Biin, D., and Weston, M. L. (2015). An Indigenous Learning Approach to Computer Science Education. 21st Century Skills for Middle and High School Aboriginal Children on British Columbia's West Coast. © Springer International Publishing Switzerland 2015 95 X. Ge et al. (eds.), Emerging Technologies for STEAM Education, Educational Communications and Technology: Issues and Innovations, DOI 10.1007/978-3-319-02573-5_6
- Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C y Baptista Lucio, M (2014). Metodología de la investigación – Sexta edición. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V. C.P. 01376, México D.F.
- Hernández, J. E. (2016). Mejoramiento de la comprensión de textos narrativos mediante la implementación del recurso educativo abierto “Biblioteca Digital ciudad Seva” a través de la plataforma digital Edmodo. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Educación - Maestría en Educación. Bogotá – Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/20434/HernandezAriasJorgeEnrique2016.pdf?sequence=1>
- Kinchin, I., Möllits, A. Reiska, P. (2019). Uncovering Types of Knowledge in Concept Maps. *Education Sciences*, 9, 131; doi:10.3390/educsci9020131
- Maldonado G.,L.F., Londoño P, O.L. y Gómez G., J.Y. (2017). Sistemas ontológicos en el aprendizaje significativo: estado del arte - Ontology systems in the meaningful learning: state of the art - Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación” . V 17, No 2 pp 1-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i2.28730>
- Melo, D. S. (2020). Integración de las ciencias básicas en educación media con la metodología STEM en robótica comparada con una metodología tradicional de enseñanza. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en TIC Aplicadas a las Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC.
- Ospina, M. (2016). Oralidad, lectura y escritura a través de tic: aportes e influencias. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Humanas Línea de Investigación Comunicación y Educación. Bogotá. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/52135/1/40024321.2016.pdf>
- Seidenberg, M. (2017). *Language at the speed of sight: how we read, why so many can't, and what we can do about it.*
- Shadish, W.R., Cook, T. D., and Campbell, D.T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference.* Houghton Mifflin Company

Solé, I. (1992). Estrategias de lectura. Barcelona: Graó.

Sowa, J.F. (1984) Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine Addison-Wesley, Reading, MA.