NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 124, noviembre de 2026, páginas 123-138

Movimientos en el plano: una propuesta didáctica con Scratch y GeoGebra para séptimo grado

Jeysnen Jose Contreras Prado
(I.E. José Guillermo Castro Castro)

Fecha de recepción: 25 de octubre de 2026
Fecha de aceptación: 28 de octubre de 2026

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica dirigida a estudiantes de séptimo grado para la enseñanza de los movimientos en el plano (traslación, rotación, simetría axial, simetría central y homotecia) mediante la articulación de dos herramientas: Scratch, para la exploración empírica a través de la programación por bloques, y GeoGebra, para la formalización matemática de los patrones descubiertos. Se fundamenta la propuesta en la perspectiva construccionista de Papert, en los estudios sobre pensamiento computacional y en la investigación sobre geometría dinámica. La secuencia se organiza en diez sesiones y sigue en cada movimiento el mismo patrón: primero se programa y se observa el efecto del movimiento, y después se formaliza dicho movimiento con las herramientas de geometría dinámica. Se describe con detalle cada sesión, los materiales necesarios, una rúbrica de evaluación y las limitaciones previstas, con el propósito de ofrecer un recurso replicable a docentes interesados en integrar el pensamiento computacional en la enseñanza de la geometría.

Palabras clave

Transformaciones geométricas, GeoGebra, Scratch, pensamiento computacional, educación matemática, séptimo grado.

Abstract

This paper presents a teaching proposal aimed at seventh-grade students for the study of geometric transformations in the plane (translation, rotation, reflection across a line, point reflection, and homothety) through the integration of two tools: Scratch, for empirical exploration through block-based programming, and GeoGebra, for the mathematical formalization of the patterns discovered .The proposal is grounded in Papert's constructionist perspective, research on computational thinking, and studies in dynamic geometry. The instructional sequence consists of ten sessions and follows the same pattern for each transformation: students first program and observe the effects of the transformation, and then formalize it using dynamic geometry tools. Each session is described in detail, along with the required materials, an assessment rubric, and anticipated limitations, with the aim of providing a replicable resource for teachers interested in integrating computational thinking into geometry education.

Keywords

Geometric transformations, GeoGebra, Scratch, computational thinking, mathematics education, seventh grade.

1. Introducción

Los movimientos en el plano (traslación, rotación, simetría axial, simetría central y homotecia) constituyen uno de los ejes centrales de la geometría en la educación secundaria, ya que permiten a los estudiantes desarrollar la visualización espacial y comprender invariantes geométricas que después se

emplean en el estudio de la semejanza, la congruencia y las transformaciones lineales. Tradicionalmente, este contenido se aborda de forma estática, a partir de definiciones y ejercicios de calco o de cuadrícula, lo que dificulta que el alumnado perciba el movimiento como un proceso dinámico y no como el simple resultado de una regla memorizada.

Esta dificultad no es menor, numerosos estudios han documentado que la comprensión de las transformaciones geométricas exige del estudiante una coordinación entre distintos registros de representación (verbal, gráfico, algebraico) y que buena parte de los errores observados en el aula provienen de una manipulación puramente sintáctica de fórmulas sin un correlato visual claro (Duval, 1995). Es así como cualquier propuesta que aspire a superar la mecanización del contenido debe ofrecer a los estudiantes múltiples oportunidades de manipular, predecir y verificar el efecto de un movimiento antes de formalizarlo simbólicamente.

En los últimos años, la introducción del pensamiento computacional en las aulas de matemáticas ha abierto una vía complementaria de acceso a este contenido. Al programar el desplazamiento de un objeto en pantalla, el estudiante debe hacer explícitas las reglas que gobiernan cada movimiento, qué cambia, qué permanece invariante, en qué orden se ejecutan las instrucciones, lo que favorece una comprensión operativa previa a su formalización matemática (Wing, 2006) y (Grover & Pea, 2013). Esta idea no es nueva: ya (Papert, 1980), en su propuesta del lenguaje Logo, sostenía que el estudiante aprende geometría de manera más significativa cuando debe instruir a una máquina para producir un movimiento, en lugar de limitarse a observarlo o a calcarlo.

La presente propuesta articula dos entornos con potencialidades distintas y complementarias: Scratch, como entorno de programación por bloques accesible para estudiantes de 12-13 años sin experiencia previa en programación, y GeoGebra, como entorno de geometría dinámica que permite formalizar matemáticamente lo explorado, manipular sus parámetros y generalizar las regularidades descubiertas (Hohenwarter & Jones, 2007). La combinación de ambos entornos no busca sustituir uno por otro, sino aprovechar que la programación obliga a expresar reglas de manera operativa, mientras que la geometría dinámica permite nombrarlas, generalizarlas y verificarlas con el lenguaje propio de la disciplina.

El objetivo de este artículo es presentar, con un nivel de detalle que permita su réplica en otras aulas, una secuencia didáctica de diez sesiones dirigida a estudiantes de séptimo grado, en la que cada movimiento en el plano se aborda primero mediante programación en Scratch y después mediante su formalización en GeoGebra. El artículo se organiza como sigue: en el apartado 2 se presenta el marco de referencia que sustenta la propuesta; en el apartado 3 se describe la propuesta en términos de objetivos, población y duración; en el apartado 4 se detalla la secuencia didáctica sesión por sesión; en el apartado 5 se especifican los materiales y recursos necesarios; en el apartado 6 se presenta la evaluación prevista; en el apartado 7 se plantean adaptaciones para la diversidad del alumnado; en el apartado 8 se discuten las limitaciones y consideraciones para su implementación; y, por último, se presentan las conclusiones y la proyección de este trabajo. Se incluyen, además, dos anexos con un guion de sesión detallado y un ejemplo de ficha de registro para los estudiantes.

2. Marco de referencia

2.1. Pensamiento Computacional en la educación matemática

El concepto de pensamiento computacional, popularizado por (Wing, 2006), se refiere a un conjunto de procesos de resolución de problemas (descomposición, reconocimiento de patrones,

abstracción y diseño de algoritmos) que va más allá de la informática y resultan importantes para cualquier disciplina, incluidas las matemáticas. (Grover & Pea, 2013), en su revisión del estado del campo, destacan que la incorporación del pensamiento computacional en la educación básica no debe entenderse como la enseñanza de un lenguaje de programación por sí mismo, sino como una vía para que los estudiantes construyan y verifiquen modelos formales de fenómenos que, de otro modo, permanecerían implícitos o intuitivos.

Esta perspectiva cobra un sentido particular pues un movimiento en el plano puede describirse informalmente ("la figura se desliza hacia la derecha"), pero programarlo exige convertir esa descripción informal en una secuencia precisa de instrucciones, con parámetros explícitos (cuánto se desliza, en qué dirección, cuántas veces se repite). Este tránsito de lo informal a lo formal es, precisamente, el que se pretende aprovechar en la presente propuesta. (Resnick, y otros, 2009) creadores de Scratch, resaltan que el entorno de bloques reduce la barrera sintáctica propia de los lenguajes de programación textual, permitiendo que la atención del estudiante se concentre en la estructura matemática del problema y no en la sintaxis del código.

Esta reducción de la barrera sintáctica resulta relevante en el contexto de séptimo grado que ocupa a esta propuesta, dado que la mayoría del alumnado de esta edad no ha tenido experiencia previa de programación formal. Al usar bloques que se ensamblan visualmente, como piezas de un rompecabezas, en lugar de escribir instrucciones con una sintaxis estricta, se reduce la carga cognitiva asociada a recordar comandos y se libera atención para el contenido geométrico propiamente dicho, que es el objetivo de aprendizaje perseguido por la propuesta.

2.2. Geometría dinámica y aprendizaje de las transformaciones

El software de geometría dinámica GeoGebra ha sido ampliamente documentado como facilitador de la comprensión de las transformaciones geométricas, al permitir manipular directamente los parámetros de cada movimiento (centro, ángulo, vector, razón) y observar de forma inmediata su efecto sobre una figura. En un estudio con estudiantes de doce años, (Hohenwarter & Jones, 2007) mostró que el uso de software de geometría dinámica puede favorecer una progresiva matematización de las explicaciones del alumno: de expresiones cotidianas e imprecisas ("se ve igual") hacia explicaciones mediadas por el software y, finalmente, hacia explicaciones matemáticas que sobrepasan la herramienta particular utilizada.

Esta progresión es relevante para el diseño de la presente secuencia, debido a que lo que se espera es que la clase transite de una comprensión mediada por la simulación en Scratch ("el sprite se mueve así cuando cambio estos valores") hacia una comprensión formal en GeoGebra ("este es el vector de traslación, y estas son sus coordenadas"), y que sea capaz, finalmente, de relacionar ambas representaciones de manera consciente.

Cabe destacar que esta progresión no se supone automática ni garantizada por el solo uso del software; como advierte el propio (Jones, 2000), el tipo de explicación que desarrolla el estudiante depende también de las tareas propuestas y de la mediación del docente.

2.3. Visualización espacial y registros de representación

La enseñanza de las transformaciones geométricas está estrechamente vinculada al desarrollo de las habilidades espaciales. En su clásica revisión sobre habilidades espaciales y educación matemática, (Bishop, 1980) señala que buena parte de las dificultades del alumnado en geometría no responde a una falta de conocimiento conceptual, sino a una insuficiente capacidad de imaginar y anticipar transformaciones sobre las figuras. Programar un movimiento en Scratch exige, precisamente, anticipar

su efecto antes de ejecutarlo, lo que convierte a la programación en un ejercicio explícito de visualización espacial.

En esta misma línea, (Duval, 1995) indica que la comprensión matemática requiere la coordinación de distintos registros de representación semiótica (para este caso el registro algorítmico de la programación y el registro gráfico-geométrico de GeoGebra), y que las dificultades de aprendizaje surgen frecuentemente cuando el estudiante no logra establecer correspondencias entre un registro y otro. Para la actual propuesta se busca que el alumno relacione lo programado con lo formalizado siguiendo lo indicado anteriormente.

Así mismo se debe precisar que la programación en Scratch constituye un tercer registro de representación, distinto tanto del registro verbal habitual en el aula ("mover la figura hacia la derecha") como del registro gráfico-algebraico propio de GeoGebra (el vector y sus coordenadas). Esto favorece una comprensión más robusta y menos dependiente de un único modo de representar el movimiento.

2.4. Articulación entre programación y geometría dinámica

Si bien existen experiencias documentadas del uso aislado de Scratch para introducir nociones de geometría y de GeoGebra para trabajar transformaciones, son menos frecuentes las propuestas que articulan explícitamente ambos entornos en una misma secuencia y para el mismo contenido. Esta propuesta consiste, precisamente, en diseñar un patrón didáctico replicable (explorar programando, formalizar con geometría dinámica) que pueda aplicarse a los cinco movimientos en el plano de manera sistemática, y no solo como una actividad puntual o motivacional.

Esta articulación también responde a una demanda curricular más amplia: los marcos curriculares contemporáneos, como los Principios y Estándares del ([NCTM], 2000), reconocen la importancia de que los estudiantes experimenten las transformaciones geométricas de manera dinámica y no únicamente estática, y de que la tecnología se emplee como una herramienta para explorar y verificar conjeturas, y no solo como un medio de cálculo.

2.5. Vinculación curricular y competencias asociadas

Los movimientos en el plano suelen estar en los currículos de séptimo grado dentro del eje de pensamiento espacial y sistemas geométricos, habitualmente vinculados a los objetivos de reconocer, describir y aplicar transformaciones sobre figuras planas, así como de establecer relaciones entre estas transformaciones y las nociones de congruencia. Lo cual se alinea con la propuesta pues en esta se pretende lograr dicho objetivo pero, además, se incorpora el desarrollo de competencias propias del pensamiento computacional (descomposición de un movimiento en instrucciones elementales, reconocimiento de patrones al comparar movimientos, abstracción de la regla general a partir de casos particulares), lo que permite justificar la propuesta no solo desde la geometría escolar sino también desde los lineamientos más recientes sobre competencias digitales y pensamiento computacional en la educación básica.

Un valor agregado a esta propuesta tiene que ver con la necesidad de que el alumno registre por escrito las reglas descubiertas y que argumente oralmente sus decisiones durante la presentación final. Esto contribuye al desarrollo de la competencia comunicativa en matemáticas, entendida como la capacidad de expresar, con el vocabulario adecuado, un razonamiento matemático ante otras personas. Esta triple vinculación (geométrica, computacional y comunicativa) constituye uno de los argumentos centrales para justificar la pertinencia curricular de la propuesta ante un eventual comité académico o de área.

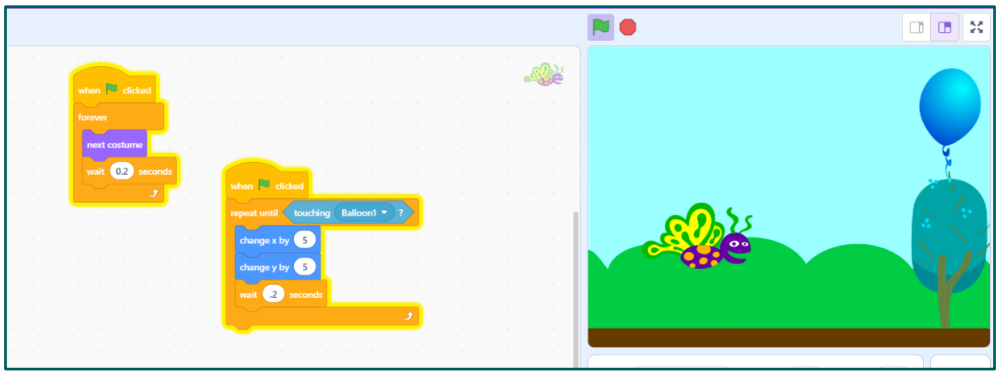


Figura 1. Ejemplo de script de traslación en Scratch con animación extra

3. Descripción de la propuesta

La propuesta esta destinada a estudiantes de séptimo grado (12-13 años), en un grupo de aula ordinario, sin conocimientos previos de programación. Se asume un acceso básico a equipos informáticos (un computador o tableta por pareja) y conexión a internet para el uso de las versiones web de Scratch y GeoGebra, si bien ambas herramientas cuentan también con versiones de escritorio que permiten prescindir de la conexión durante las sesiones.

Objetivos de aprendizaje. Con esta propuesta se pretende que el alumnado sea capaz de:

- Identificar y describir los elementos que caracterizan cada movimiento en el plano (traslación, rotación, simetría axial, simetría central y homotecia).
- Programar en Scratch el efecto de cada movimiento sobre un objeto, deduciendo empíricamente las reglas que lo gobiernan.
- Formalizar en GeoGebra cada movimiento explorado, empleando el lenguaje y las herramientas propias de la geometría dinámica.
- Relacionar la representación algorítmica (Scratch) con la representación geométrica formal (GeoGebra) de un mismo movimiento.
- Diseñar, de forma autónoma, una tarea que combine varios movimientos y argumentar matemáticamente las transformaciones empleadas.

Se pretende una duración de diez sesiones de 50 minutos, con trabajo en parejas y un computador o tableta por pareja. Se recomienda que las sesiones se distribuyan en un periodo de tres a cuatro semanas, evitando que transcurra más de una semana entre sesiones relativas a un mismo movimiento, con el fin de no perder continuidad en el trabajo iniciado.

Con lo anterior intentamos reforzar, además del contenido específico de geometría, el desarrollo de competencias digitales (uso de herramientas de programación y de software matemático), de competencias de resolución de problemas (formulación de conjeturas, verificación empírica) y de competencias de comunicación matemática (argumentación de los procedimientos empleados ante los compañeros).

3.1. Contexto institucional sugerido

La propuesta se ha diseñado pensando en un contexto institucional de aula ordinaria, con un grupo de entre 25 y 35 estudiantes organizados en parejas, y con acceso a una sala de informática o a un

dispositivo móvil, tabletas, portátiles durante las diez sesiones previstas. Se asume que el docente de matemáticas es quien conduce la totalidad de las sesiones, sin requerir necesariamente el apoyo de un docente de informática, si bien dicho apoyo, en caso de estar disponible, resultaría valioso especialmente durante las dos primeras sesiones, en las que el alumnado se familiariza con la interfaz de Scratch.

En cuanto a la infraestructura tecnológica mínima, basta con equipos capaces de ejecutar un navegador web actualizado, dado que tanto Scratch como GeoGebra ofrecen versiones en línea sin necesidad de instalación. En contextos con conectividad limitada, se recomienda instalar previamente las versiones de escritorio de ambos programas, disponibles de forma gratuita, lo que permite ejecutar la totalidad de la secuencia sin depender de una conexión estable a internet durante las sesiones de clase.

4. Secuencia didáctica

La secuencia se organiza en diez sesiones siguiendo, para cada movimiento, el mismo patrón: primero se explora el movimiento programando en Scratch, y después se formaliza matemáticamente en GeoGebra. La Tabla 1 resume la distribución de sesiones, movimientos y actividades; a continuación, se detalla cada una.

Sesión	Movimiento	Actividad en Scratch	Formalización en GeoGebra
1	Diagnóstico / plano cartesiano	Mover el sprite indicando coordenadas (x, y); juego de "coordenadas secretas" por parejas.	Ubicar puntos en el plano, repasar cuadrantes y ejes.
2-3	Traslación	Programar el desplazamiento del sprite con "cambiar x por" / "cambiar y por"; el alumno descubre el vector de movimiento por ensayo y error.	Formalizar la traslación mediante un vector y sus coordenadas; comparar con lo obtenido en Scratch.
4-5	Rotación	Bloque "girar" combinado con "bajar lápiz" para dibujar el recorrido; identificar centro de giro y ángulo de forma empírica.	Rotar la figura indicando centro y ángulo; verificar coincidencia con la simulación.
6-7	Simetría axial	Invertir el signo de una coordenada para "reflejar" el sprite; explorar distintos ejes.	Definir el eje de simetría y reflejar el objeto; contrastar con la regla descubierta en Scratch.
8	Simetría central	Actividad breve de refuerzo combinando los bloques ya usados.	Definir el punto de simetría y compararlo con una rotación de 180°.
9	Homotecia (ampliación)	Escalar el tamaño del sprite con el bloque "cambiar tamaño por".	Definir razón y centro de homotecia; relacionar con la escala usada en Scratch.
10	Integración	Proyecto final: animación que combina al menos dos movimientos.	Comprobación matemática de las transformaciones usadas en el proyecto.

Tabla 1. Distribución de sesiones, movimientos y actividades de la secuencia didáctica

4.1. Sesión 1: diagnóstico y plano cartesiano

Esta sesión inicial busca dos objetivos: por un lado, comprobar y afianzar el manejo del plano cartesiano por parte del alumnado (ubicación de puntos, identificación de cuadrantes, lectura de

coordenadas); por otro, familiarizar al grupo con la interfaz de Scratch, dado que se asume que no todos los estudiantes tienen experiencia previa con el entorno.

La actividad central es un juego de "coordenadas secretas": cada pareja recibe una tarjeta con un punto oculto expresado únicamente mediante sus coordenadas (por ejemplo, (4, -3)), y debe programar el desplazamiento del sprite, mediante los bloques "ir a x: __ y: __", hasta hacerlo llegar a ese punto sobre un escenario cuadriculado que simula el plano cartesiano. Se recomienda que el docente proyecte el escenario y verifique en conjunto, al final de la sesión, que todas las parejas ubicaron correctamente sus puntos.

Posibles errores: confusión entre el eje x y el eje y, dificultades para interpretar coordenadas negativas, y desconocimiento de la interfaz de bloques de Scratch (localización de la categoría "Movimiento"). Se sugiere dedicar los primeros 10 minutos de la sesión a una demostración guiada por el docente antes de dejar trabajar a las parejas de forma autónoma.

Se sugiere también, para las parejas que terminen antes de tiempo, un reto de ampliación: programar el sprite para que visite, en un único script, cuatro puntos secretos consecutivos, uno en cada cuadrante, lo que refuerza la lectura de coordenadas negativas y positivas de forma combinada. El docente puede aprovechar el cierre de la sesión para preguntar en voz alta, señalando distintos puntos en el escenario proyectado, "¿en qué cuadrante estamos?" y "¿qué signo tendrá la coordenada x aquí?", como forma de evaluación diagnóstica informal antes de iniciar el bloque de traslación.

4.2. Sesiones 2-3: traslación

En la primera de las dos sesiones dedicadas a la traslación, cada pareja recibe una figura simple (por ejemplo, un triángulo) dibujada sobre el escenario de Scratch mediante el sprite y la función de dibujo, y se le plantea el reto de "mover" la figura a una nueva posición sin cambiar su forma ni su orientación, usando únicamente los bloques "cambiar x por" y "cambiar y por". A través de sucesivos ensayos, el alumnado debe determinar cuánto debe cambiar cada coordenada para lograr el desplazamiento deseado, lo que equivale, en términos matemáticos, a determinar las componentes de un vector de traslación.

Como cierre de la primera sesión, se pide a cada pareja que registre por escrito la regla que descubrió (por ejemplo: "para mover el triángulo a la nueva posición, hay que sumar 5 a la x y restar 3 a la y"), sin usar aún el término "vector". En la segunda sesión se trasladan estas exploraciones a GeoGebra: el docente introduce formalmente el concepto de vector de traslación y sus coordenadas, y el alumnado reproduce en GeoGebra la misma traslación que había programado en Scratch, contrastando el vector obtenido con la regla que había registrado por escrito.

Pregunta orientadora para el cierre de la sesión: ¿por qué el vector que usaste en GeoGebra tiene los mismos números que la regla que descubriste en Scratch? Esta pregunta busca hacer explícita, de manera guiada, la relación entre ambas representaciones.

Posiblemente suceda en esta fase que el alumnado confunda el punto de llegada de la figura con el vector de traslación propiamente dicho; por ejemplo, algunas parejas describen su regla como "la movimos al punto (8, 2)" en lugar de "la movimos 5 unidades a la derecha y 3 hacia abajo". El docente debe estar atento a esta confusión y, en la puesta en común, contrastar explícitamente ambas formulaciones, señalando que el vector describe un cambio relativo (independiente de la posición inicial) y no una posición absoluta. Este matiz resulta clave para que la posterior formalización en GeoGebra, donde el vector se define independientemente del punto de partida, resulte comprensible y no una simple imposición de notación.

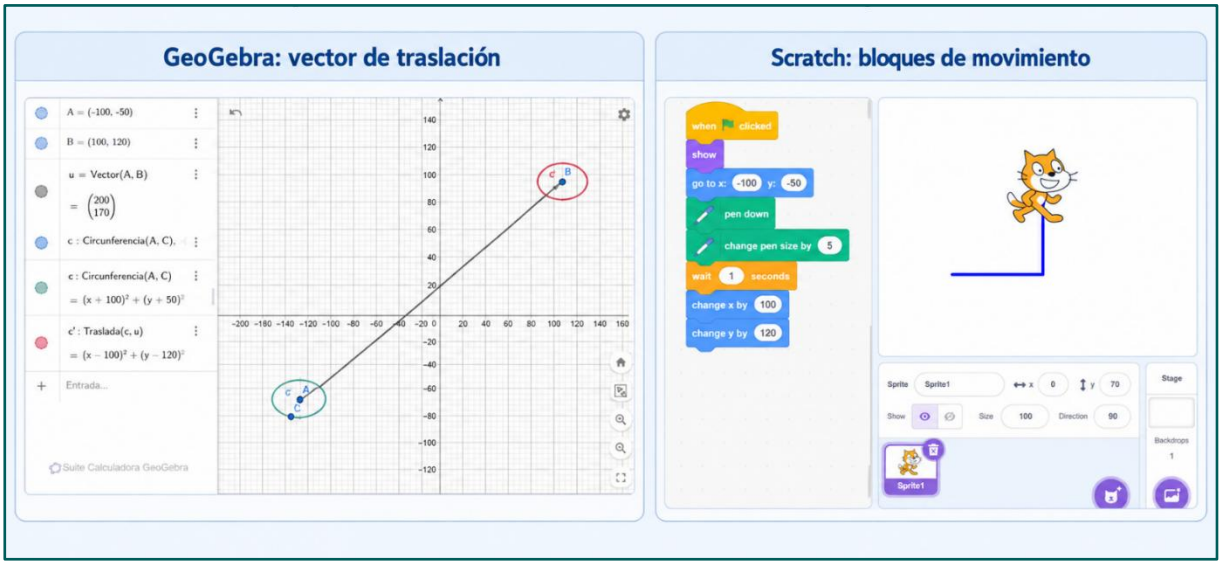


Figura 2. Relación entre la representación algorítmica en Scratch y la formalización en GeoGebra de una traslación

4.3. Sesiones 4-5: rotación

La rotación se introduce combinando el bloque "girar ___ grados" con la función de dibujo del sprite ("bajar lápiz"), de modo que el alumnado pueda visualizar el recorrido que traza un punto de la figura al rotar alrededor de un centro. Se plantea el reto de reproducir, mediante programación, la rotación de una figura un número determinado de veces (por ejemplo, generar una composición de figuras rotadas cada 60 grados alrededor de un mismo punto), lo que exige al alumnado estimar empíricamente tanto el centro de giro como el ángulo de rotación.

En la sesión de formalización en GeoGebra, se introduce la herramienta de rotación, indicando explícitamente centro y ángulo, y se pide que reproduzca la misma composición de figuras que había generado en Scratch, verificando la coincidencia entre ambas representaciones. Se aprovecha esta sesión para introducir la noción de invariantes bajo una rotación (la distancia al centro y los ángulos internos de la figura no cambian), apoyándose en la posibilidad de GeoGebra de medir estos elementos de forma dinámica.

Errores previsibles: confusión entre el sentido horario y antihorario del giro (en Scratch, los ángulos positivos giran en sentido horario, lo que puede entrar en conflicto con la convención matemática habitual), y dificultad para estimar el centro de rotación cuando este no coincide con el origen del plano. Se recomienda que el docente anticipe y discuta explícitamente esta diferencia de convención entre Scratch y la notación matemática habitual.

Se sugiere plantear, además, una pregunta de predicción antes de ejecutar el script en cada intento: "¿en qué posición crees que quedará la figura si la giramos 90 grados? Dibújalo en tu hoja antes de ejecutar el programa". Esta estrategia de predicción-verificación, aplicable también a las demás sesiones, refuerza el componente de visualización espacial señalado en el marco de referencia (Bishop, 1980) y evita que el alumnado se limite a ejecutar el script sin anticipar su resultado. Al finalizar la sesión de GeoGebra, se recomienda pedir a cada pareja que arrastre el punto que define el centro de rotación y observe cómo cambia la posición final de la figura, discutiendo en conjunto qué ocurre si el centro de rotación coincide con un vértice de la propia figura.

4.4. Sesiones 6-7: simetría axial

Para explorar la simetría axial, se propone invertir el signo de una de las coordenadas del sprite (por ejemplo, cambiar el signo de la coordenada x para reflejar respecto al eje y), observando el efecto sobre la posición de la figura. Se anima a las parejas a explorar qué ocurre si el eje de simetría no coincide con ninguno de los ejes cartesianos, lo que requiere una programación más elaborada y permite introducir, de manera intuitiva, la idea de que la reflexión depende del eje elegido.

En la sesión de formalización, GeoGebra permite definir un eje de simetría arbitrario (no necesariamente uno de los ejes cartesianos) y reflejar un objeto respecto a él, lo que posibilita generalizar la exploración realizada en Scratch, limitada en la práctica a los ejes cartesianos. Se sugiere cerrar esta sesión con una discusión sobre las propiedades que se conservan (distancias, ángulos) y las que se invierten (la orientación de la figura) al aplicar una simetría axial, en contraste con la traslación y la rotación.

Una actividad complementaria recomendada consiste en pedir a cada pareja que superponga, sobre la misma pantalla de GeoGebra, la figura original, su traslación, su rotación y su simetría axial (todas ellas trabajadas en sesiones previas), y que identifiquen cuál de estas transformaciones invierte la orientación de la figura (“se ve como en un espejo”) y cuáles no. Esta comparación explícita entre movimientos directos e inversos suele resultar reveladora para el alumnado, que hasta este punto ha trabajado cada movimiento de forma aislada, y permite anticipar la discusión de la sesión siguiente sobre la simetría central.

4.5. Sesión 8: simetría central

Esta sesión, más breve, tiene un carácter de síntesis: se pide al alumnado que relacione la simetría central con una rotación de 180 grados, apoyándose en lo trabajado en las sesiones 4 y 5. En Scratch, se retoma el script de rotación y se comprueba que girar 180 grados equivale a invertir el signo de ambas coordenadas respecto a un punto central. En GeoGebra, se introduce formalmente el punto de simetría y se comprueba esta equivalencia de forma dinámica, arrastrando el punto central y observando que la relación se mantiene.

Se sugiere plantear al grupo la siguiente pregunta de cierre, a modo de pequeño debate: “¿es lo mismo aplicar dos simetrías axiales seguidas, respecto a dos ejes distintos, que aplicar una simetría central? ¿Por qué sí o por qué no?”. Aunque una respuesta rigurosa de esta pregunta excede el alcance de séptimo grado, formularla como pregunta abierta permite al alumnado más avanzado explorar informalmente, con ayuda de GeoGebra, la composición de movimientos, lo que sienta una base intuitiva para el estudio posterior de las transformaciones compuestas.

4.6. Sesión 9: homotecia (ampliación curricular)

Esta sesión introduce la homotecia mediante el bloque “cambiar tamaño por___%” en Scratch, pidiendo al alumnado que determine la relación entre el porcentaje de cambio de tamaño y la razón de homotecia. En GeoGebra se formaliza después la razón y el centro de homotecia, y se comprueba la relación entre el factor de escala programado y la razón matemática correspondiente.

Se recomienda que la exploración en Scratch incluya tanto razones de ampliación (por ejemplo, aumentar el tamaño en un 150%) como de reducción (por ejemplo, reducirlo a un 50%), de manera que el alumnado no asocie la homotecia exclusivamente con un agrandamiento de la figura. Asimismo, conviene discutir qué ocurre con la posición del sprite cuando se cambia su tamaño, dado que en Scratch el cambio de tamaño no desplaza el objeto, mientras que una homotecia matemática sí desplaza los

puntos de la figura en función de su distancia al centro de homotecia; esta diferencia constituye, de hecho, un contenido valioso a discutir explícitamente en la sesión de GeoGebra.

Se advierte que, en algunos currículos, la homotecia corresponde a cursos posteriores a séptimo grado. En esos casos, se recomienda sustituir esta sesión por una sesión de refuerzo y evaluación formativa de los movimientos ya trabajados, y trasladar la homotecia a las conclusiones del artículo como una proyección natural de la propuesta hacia octavo o noveno grado.

4.7. Sesión 10: integración

Como cierre de la secuencia, cada pareja diseña un pequeño proyecto en Scratch (una animación, una historia interactiva o un patrón decorativo) que combine al menos dos de los movimientos trabajados. Posteriormente, verifican en GeoGebra las transformaciones empleadas, explicitando los parámetros (vectores, ángulos, ejes, centros y razones) que corresponden a cada movimiento incluido en su proyecto.

Para orientar el diseño del proyecto sin restringir en exceso la creatividad del alumnado, se sugiere ofrecer tres posibles formatos entre los que cada pareja pueda elegir:

(a) un patrón decorativo tipo mosaico, generado repitiendo una figura mediante traslaciones y rotaciones sucesivas
(b) una breve animación narrativa en la que un personaje se desplace, gire y se refleje como parte de la historia
(c) un "videojuego" simple en el que el jugador deba aplicar mentalmente un movimiento para superar un obstáculo (por ejemplo, prediciendo dónde caerá un objeto tras una traslación programada). Cualquiera que sea el formato elegido, el requisito matemático es el mismo: identificar y verificar en GeoGebra los movimientos empleados.

Esta sesión culmina con una breve presentación de cada pareja al resto del grupo, en la que deben identificar verbalmente, sin apoyarse en la pantalla de programación, qué movimientos utilizaron y cómo los verificarían matemáticamente. Esta presentación oral constituye, además, una de las evidencias consideradas en la evaluación (véase el apartado 6, Tabla 2).

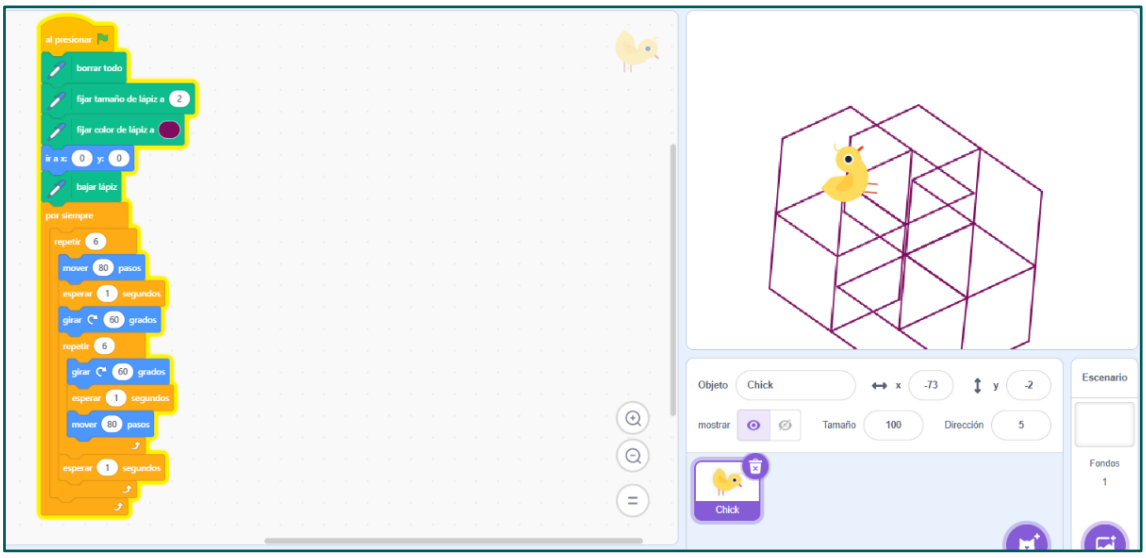


Figura 3. Ejemplo de un posible proyecto de integración de la sesión 10

4.8. Consideraciones sobre el ritmo y la gestión del tiempo

La distribución de sesiones presentada en la Tabla 1 constituye una previsión que deberá ajustarse, en la práctica, al ritmo real del grupo. La experiencia acumulada en propuestas similares de integración de programación y geometría sugiere que las primeras sesiones (diagnóstico y traslación) suelen requerir más tiempo del previsto, debido a la curva de aprendizaje del propio entorno de Scratch, mientras que las sesiones posteriores (simetría central, homotecia) suelen avanzar con mayor fluidez una vez que el alumnado domina la lógica general del patrón explorar-formalizar.

Se recomienda, por ello, planificar la sesión 1 con cierta holgura, incluso contemplando la posibilidad de dedicarle una sesión adicional si el grupo no tiene experiencia previa con entornos de programación por bloques, y compensar este tiempo adicional flexibilizando la sesión 9 (homotecia), que, como se indicó en el apartado 4.6, tiene un carácter de ampliación curricular prescindible según el currículo vigente en cada institución. En cualquier caso, se aconseja que el docente revise, al final de cada sesión, si los objetivos previstos se cumplieron razonablemente antes de avanzar a la siguiente, en lugar de avanzar de forma rígida según el calendario original.

5. Materiales y recursos

- Un computador o tableta por pareja, con acceso a Scratch (versión web en scratch.mit.edu o aplicación de escritorio) y a GeoGebra Clásico o GeoGebra Geometría.
- Guiones de actividad por sesión, con las instrucciones de programación y las tareas de formalización correspondientes a cada movimiento.
- Proyector o pizarra digital para las puestas en común al final de cada sesión.
- Tarjetas con coordenadas para el juego de la sesión 1.
- Plantilla de registro (en papel o digital) donde cada pareja anote, en cada bloque temático, la regla descubierta en Scratch antes de pasar a GeoGebra.
- Rúbrica de evaluación (Tabla 2) para uso del docente durante la observación de las sesiones y en la valoración del proyecto final.

Cada guion de sesión, siguiendo el modelo detallado en los Anexos 1, 4, 6 y 7, se recomienda que incluya al menos los siguientes elementos: una pregunta de activación para iniciar la sesión (5 minutos), la presentación guiada de la herramienta central de la sesión (10 minutos), un bloque de trabajo autónomo por parejas con al menos una pregunta de predicción o verificación planteada por el docente durante el recorrido por el aula (20 minutos), una puesta en común con dos o tres parejas compartiendo su trabajo (10 minutos), y un cierre con una pregunta o tarea que sirva de puente hacia la sesión siguiente (5 minutos). Mantener esta misma estructura en las diez sesiones facilita que tanto el docente como el alumnado interioricen la dinámica de trabajo, reduciendo el tiempo de gestión del aula y aumentando el tiempo efectivo de trabajo matemático.

Se recomienda preparar con antelación un archivo de GeoGebra de partida para cada bloque temático (con la cuadrícula y los ejes ya configurados), de manera que el tiempo de la sesión se dedique a la exploración matemática y no a la configuración del software.



Figura 4: Plantilla de la ficha de registro utilizada en cada bloque temático

6. Evaluación prevista

Se propone una evaluación formativa y continua, basada en tres instrumentos: la observación del trabajo en parejas durante las sesiones de Scratch, el archivo de GeoGebra entregado al final de cada bloque de movimiento, y el proyecto final de integración junto con su presentación oral. La Tabla 2 recoge la rúbrica prevista para valorar el trabajo del alumnado en cada uno de estos instrumentos.

Criterio	Insuficiente	En desarrollo	Logrado
Identificación del movimiento	No reconoce el tipo de movimiento aplicado.	Reconoce el movimiento con apoyo del docente.	Identifica y nombra el movimiento de forma autónoma.
Programación en Scratch	No logra que el sprite reproduzca el movimiento.	Logra el movimiento con ensayo y error prolongado.	Programa el movimiento de forma eficiente y justifica los bloques usados.
Formalización en GeoGebra	No define correctamente los parámetros del movimiento.	Define los parámetros con apoyo.	Define y ajusta los parámetros de forma autónoma y precisa.
Relación Scratch–GeoGebra	No establece relación entre ambas representaciones.	Establece relaciones parciales o imprecisas.	Relaciona con precisión la regla programada y su formalización geométrica.

Tabla 2. Rúbrica prevista para la evaluación de la secuencia didáctica

Además de esta rúbrica, se sugiere llevar anotaciones de aula por parte del docente, en el que se registren las dificultades recurrentes observadas en cada sesión, con el fin de ajustar el ritmo o las explicaciones de las sesiones siguientes. Esta lista de observaciones, en caso de aplicarse la propuesta, constituiría también la base para una futura comunicación de experiencia de aula.

En cuanto a la ponderación de los instrumentos, se sugiere que la observación del trabajo en parejas durante las sesiones (registrada mediante la rúbrica) tenga un peso formativo y no necesariamente calificable en cada sesión individual, reservando una calificación sumativa para dos momentos concretos: la entrega de los archivos de GeoGebra correspondientes a los bloques de traslación, rotación y simetría (que permiten verificar el dominio técnico de la formalización), y el proyecto final de integración junto con su presentación oral (que permite verificar la capacidad de combinar y argumentar varios movimientos de manera autónoma). Esta distribución evita que una dificultad puntual en una sesión temprana comprometa de forma desproporcionada la calificación final del alumnado, en coherencia con el carácter formativo que se ha buscado dar a la secuencia.

Se recomienda tambien comunicar la rúbrica a la clase desde el inicio de la secuencia, e incluso discutirla brevemente en la primera sesión, de manera que cada pareja conozca los criterios con los que será valorado su trabajo y pueda autoevaluarse de forma orientativa antes de la entrega de cada bloque temático.

7. Adaptaciones y atención a la diversidad

La propuesta contempla distintos niveles de dificultad dentro de una misma actividad, lo que facilita su adaptación a grupos heterogéneos sin necesidad de diseñar materiales completamente distintos para cada estudiante. Para el alumnado que requiera un mayor andamiaje, se sugieren las siguientes adaptaciones:

- Proporcionar plantillas de script parcialmente completadas en Scratch, en las que el alumnado deba únicamente ajustar los valores numéricos de los bloques, en lugar de construir el script completo desde cero.
- Reducir, en una primera aproximación, el número de movimientos a explorar por sesión, priorizando la traslación y la rotación (los dos movimientos con mayor peso curricular) y dejando la simetría axial, la simetría central y la homotecia como contenidos de ampliación.
- Utilizar guías visuales paso a paso (capturas de pantalla numeradas) para el manejo de las herramientas de GeoGebra, especialmente en la localización de los íconos de vector, rotación y simetría.

Para las clases con un dominio más avanzado, se sugieren retos de ampliación en cada sesión, como los mencionados en el apartado 4.1 para la sesión de diagnóstico, o la propuesta de que diseñen su propio reto de “coordenadas secretas” o de composición de movimientos para que otra pareja lo resuelva. Esta estrategia de diseño de problemas por parte del propio alumno (en lugar de recibir siempre problemas ya formulados) resulta especialmente motivadora para estudiantes que dominan con rapidez la actividad base.

En cuanto a la organización del trabajo en parejas, se recomienda que el docente conforme parejas heterogéneas en cuanto al manejo previo de la tecnología, de manera que el estudiante con mayor familiaridad con la programación pueda apoyar a su compañero, sin que ello suponga que uno de los dos se limite a observar. Para evitarlo, se sugiere alternar en cada sesión quién maneja el teclado y el ratón, de modo que ambos integrantes de la pareja tengan oportunidad de programar directamente.

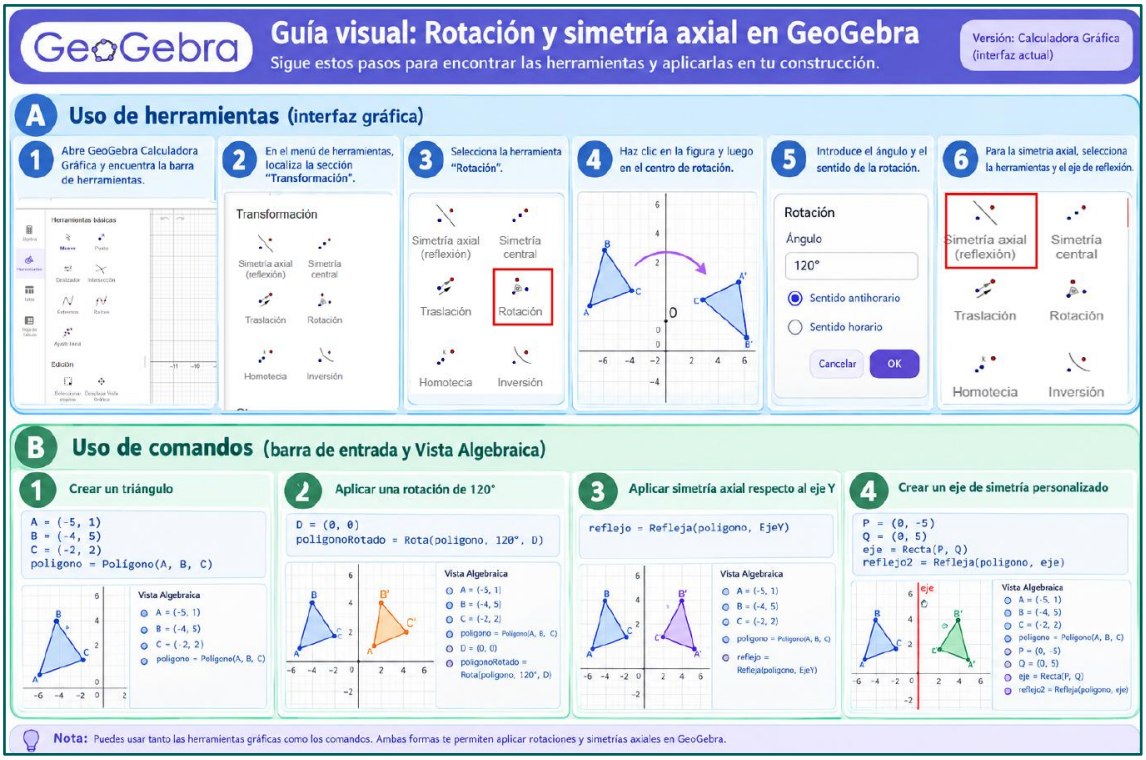


Figura 5. Guía visual de apoyo para el manejo de las herramientas de GeoGebra

8. Discusión y limitaciones

Al tratarse de una propuesta aún no implementada, conviene anticipar algunas limitaciones y consideraciones para su puesta en práctica. En primer lugar, la disponibilidad de equipos informáticos por pareja es una condición necesaria que no todas las instituciones pueden garantizar; en contextos con menor disponibilidad de equipos, la secuencia podría adaptarse a grupos de tres o cuatro estudiantes, aunque ello reduciría las oportunidades de programación individual de cada estudiante.

En segundo lugar, la diferencia de convención entre el sentido de giro en Scratch (predominantemente horario) y la convención matemática habitual (antihorario) exige una atención explícita por parte del docente, señalada ya en el apartado 4.3, para evitar que se convierta en una fuente de confusión conceptual en lugar de un contenido a discutir.

En tercer lugar, el tiempo estimado de diez sesiones de 50 minutos es una previsión que deberá ajustarse según el ritmo real del grupo; en particular, la sesión 9 (homotecia) se ha diseñado como una sesión de ampliación curricular, prescindible según el currículo vigente en cada institución, tal como se indicó en el apartado 4.6.

Y por último, al no contar todavía con datos de aplicación, no es posible en esta propuesta ofrecer evidencias sobre el aprendizaje efectivamente logrado por el alumnado. Se considera que esta es precisamente la limitación más relevante del presente trabajo, y se plantea como proyección natural la aplicación de la secuencia en un aula real y la recogida sistemática de evidencias, tal como se indica en el siguiente apartado. Una consideración extra se refiere a la formación previa del propio docente en ambos entornos. Si bien Scratch y GeoGebra están diseñados para un uso intuitivo, la correcta

conducción de la secuencia requiere que el docente domine con soltura tanto la lógica de bloques de Scratch como las herramientas de transformación de GeoGebra, y que sea capaz de anticipar los errores previsibles señalados a lo largo del apartado 4. Se recomienda, por tanto, que el docente interesado en aplicar esta propuesta dedique un tiempo previo a explorar personalmente cada una de las actividades, resolviendo los mismos retos que se plantearán a la clase, antes de conducir la secuencia en el aula.

Conviene señalar que la rúbrica y los instrumentos de evaluación aquí propuestos no han sido validados empíricamente, en la medida en que la propuesta no se ha implementado todavía. Una futura aplicación debería contemplar, idealmente, una revisión de la rúbrica junto con otro docente del área, e incluso su contraste con las producciones reales del alumnado, antes de considerarla un instrumento de evaluación definitivo.

9. Conclusiones y proyección

Esta propuesta busca ofrecer una vía de acceso a los movimientos en el plano que combine la exploración empírica propia de la programación con el rigor formal de la geometría dinámica, apoyándose en un patrón didáctico replicable (explorar programando, formalizar con GeoGebra) aplicado sistemáticamente a los cinco movimientos considerados. Se ha fundamentado la propuesta en la perspectiva construccionista de Papert, en la investigación sobre pensamiento computacional y en los estudios sobre geometría dinámica y visualización espacial, con el propósito de ofrecer un diseño con base teórica explícita y no solo una actividad motivacional.

Al tratarse de una propuesta aún no implementada, queda pendiente su aplicación en el aula y la recogida sistemática de evidencias de aprendizaje (mediante la rúbrica presentada, listados de observaciones y muestras del trabajo del alumnado), lo que permitiría, en un trabajo posterior, documentar como experiencia de aula los resultados obtenidos, contrastar las dificultades anticipadas en el apartado 8 con las efectivamente observadas, y ajustar la secuencia en función de ello. Asimismo, se plantea como proyección futura extender el mismo patrón didáctico a otros contenidos geométricos de cursos posteriores, como la semejanza de figuras o las transformaciones compuestas.

Desde una perspectiva más amplia, esta propuesta se inscribe en un esfuerzo por tender puentes entre dos ámbitos que con frecuencia se trabajan de forma separada en la educación básica: la iniciación a la programación y la enseñanza de la geometría. Se considera que este tipo de articulaciones, lejos de diluir el contenido matemático en una actividad meramente lúdica o motivacional, puede contribuir a que dicho contenido se aprenda de forma más significativa, en la medida en que exige al alumnado explicitar y verificar las reglas que gobiernan cada movimiento, en lugar de aplicarlas de manera mecánica.

De este modo, se invita a otros docentes de matemáticas interesados en el uso de Scratch y GeoGebra a adaptar, replicar o modificar la secuencia aquí presentada según las condiciones particulares de su contexto institucional, y a documentar sus propias experiencias de aplicación, ya sea como una futura comunicación de experiencia de aula en esta misma revista o en otros espacios de intercambio entre docentes de matemáticas.

Anexo: Link to “Guia Practica Movimientos en el plano”

https://drive.google.com/file/d/19Ibj54vz45FD5K0MpcLQwhLKQcDDa4-d/view?usp=sharing

Bibliografía

[NCTM], N. C. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics.* NTCM. Obtenido de https://matematika.fmipa.unp.ac.id/id/wp-content/uploads/2023/04/NCTM_principles-and-standards-for-school-mathematics.pdf

Bishop, A. J. (1980). Spatial abilities and mathematics education — a review. *Educational Studies in Mathematics, 11*(3), 257-269.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels.* Peter Lang.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher, 42*(1), 38-43.

Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: the case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, *27*, págs. 126-131.

Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational Studies in Mathematics, 44*(1-2), 55-85.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics.* NCTM.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas.* New York: Basic Books.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., . . . Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM, 52*(11), 60-67.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

Jeysnen Jose Contreras Prado. Natural del municipio de Manaure - Departamento del Cesar, Colombia. Ingeniero Industrial (Universidad de Pamplona – Colombia, 2013), Magíster en Didáctica de las Matemáticas, (Universidad del Atlántico - Barranquilla, Colombia, 2021), Actualmente cursando Doctorado en Educación Matemática de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, (Maracay, Venezuela). Docente de Básica Secundaria en la Institución educativa José Guillermo Castro Castro (La Jagua de Ibirico, Colombia) Secretaria de educación del departamento del Cesar- Colombia
Email: jjcp26@gmail.com