

## Generalización de patrones y uso De SCRATCH para potenciar la fase de Validación XIII Foro Educadores para la era digital

Ivan Orlando Valencia Torres – [iovalenciat@gmail.com](mailto:iovalenciat@gmail.com)  
Colegio Técnico José Félix Restrepo  
Docente Básica Secundaria  
Universidad Santo Tomas  
Estudiante de Doctorado en Educación  
Bogotá – Colombia  
[iovalenciat@gmail.com](mailto:iovalenciat@gmail.com)  
[ivan.valencia@ustadistancia.edu.co](mailto:ivan.valencia@ustadistancia.edu.co)

### RESUMEN

Los lenguajes de programación se han convertido en un registro de representación usual en las últimas décadas, los avances tecnológicos han evolucionado de tal modo que los compiladores tienen características más amables para los usuarios. Dado lo anterior y las dificultades que se presentan en el proceso de transición de la aritmética al álgebra, la experiencia reportada registra las potencialidades que se pueden dar mediante el uso de SCRATCH, incluyéndolo como registro semiótico de representación, como paso previo a los nuevos registros y códigos que se relacionan con el álgebra elemental y el desarrollo del pensamiento algebraico. En general, el objetivo de las actividades propuestas en el aula fue el de construir generalizaciones aritméticas y validarlas a través de la programación de computadores. La experiencia además presenta, los logros y dificultades que tienen los estudiantes al abordar situaciones en las que tienen que hacer generalizaciones aritméticas y las formas como se presenta el pensamiento algebraico en entornos computacionales. De esta experiencia se concluye que el uso de esta herramienta computacional como registro de representación potencia los procesos de generalización aritmética y puede ser usada para disminuir las falencias y desmotivaciones por parte de los estudiantes en la transición expuesta.

**PALABRAS CLAVE:** Transición, aritmética, álgebra, programación, SCRATCH.

### INTRODUCCIÓN

Experiencias previas, han mostrado dificultades en estudiantes de octavo grado de la básica, frente a los nuevos registros algebraicos que se presentan, tal situación llevó a la reflexión de cómo minimizar estas falencias. En primer lugar, cabe mencionar que el proceso de transición de la aritmética al álgebra ya ha sido abordado por investigadores como Kieran y Filloy (1989), quienes manifiestan que “La transición desde lo que puede considerarse como un modo informal de representación y de resolver problemas, a uno formal resulta ser difícil para muchos de los que comienzan a estudiar álgebra. Estos estudiantes siguen usando los métodos que les funcionaban en aritmética.” (p. 230). Si bien esta situación ya había sido detectada hace casi tres décadas, estudios más recientes muestran que las dificultades concernientes a la transición entre comprensión de la aritmética al álgebra se siguen presentando, por ejemplo McGowen (2017), presenta que “El creciente aumento de los cursos de matemáticas de recuperación de pregrado revela preocupaciones críticas, no solo para la comunidad matemática, sino para nuestra nación en general.”<sup>1</sup>(p. 20), el mismo autor deduce

---

<sup>1</sup> Original en inglés, la traducción es mía.

que esta situación se presenta y que hay estudios que ponen de manifiesto que temáticas sobre aritmética, razón y proporción, se queda cortas dado que los cursos introductorios no evalúan habilidades analíticas complejas, sino que solo exigen memorización y el dominio de procedimientos.

En particular Colombia, tiene dificultades con el tema en mención, los informes muestran claramente esta desventaja a nivel de comprensión en Matemáticas; en sus publicaciones la OCDE (2016), presenta: “En matemáticas, los estudiantes colombianos de 15 años están, en promedio, atrasados más de tres años (118 puntos) con respecto a sus pares de países miembros de la OCDE.”(p. 32) . Específicamente, los estudiantes del Colegio Técnico José Félix Restrepo presentan deficiencias en los procesos que tienen que ver con el pensamiento algebraico, esto se evidencia en los resultados de las pruebas ICFES, pruebas propias del país, que están por debajo de la media nacional, esto puede deberse a que los aprendizajes se reducen a cuestiones procedimentales que se limitan al tratamiento como única función meta-discursiva del lenguaje, en los desarrollos propios del álgebra elemental. Experiencias previas muestran como el proceso de desarrollo del pensamiento algebraico desde perspectivas alfa-numéricas, centrada en transformaciones dentro del mismo sistema semiótico de representación, si bien autores como Rojas y Vergel (2018), expresan que es importante, podrían limitar las abstracciones por la falta de significado que se le da a la sintaxis de las expresiones por lo cual, “Esta situación podría obedecer a un hecho problemático según el cual el trabajo algebraico en el aula se enfoca muy rápidamente, y a veces de manera exclusiva, al reconocimiento y aplicación de reglas, muchas veces sin la toma de conciencia sobre estas reglas.”(p. 31)

Lo anterior, ha llevado a pensar cómo superar estas dificultades, por lo menos de manera local y replantearse las metodologías usualmente llevadas al aula, con el fin de obtener mejores resultados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para tal meta inicialmente se pensó que dado que investigadores como Vergel (2014), pone en evidencia que formas de pensamiento algebraico temprano se constituyen en expresiones que se manifiestan en la transición de la aritmética al álgebra y determina la necesidad de reconocerlas “... las formas de pensamiento algebraico pueden ser exploradas en términos de la forma en que surgen y evolucionan nuevas relaciones entre el cuerpo, la percepción y el inicio del uso de símbolos a medida que los alumnos participan en actividades sobre generalización de patrones.” (pág. 4)

Por lo cual, la pretensión se limitaba a trabajar en la clase abordando la transición de la aritmética al álgebra, usando generalizaciones aritméticas con estudiantes de grado séptimo (estudiantes entre 12 y 14 años), con esta pretensión se aborda el objetivo de identificar las diferentes fases de generalización de patrones aritméticos, usando SCRATCH como registro semiótico de representación que se ubica entre la transición de la aritmética al álgebra.

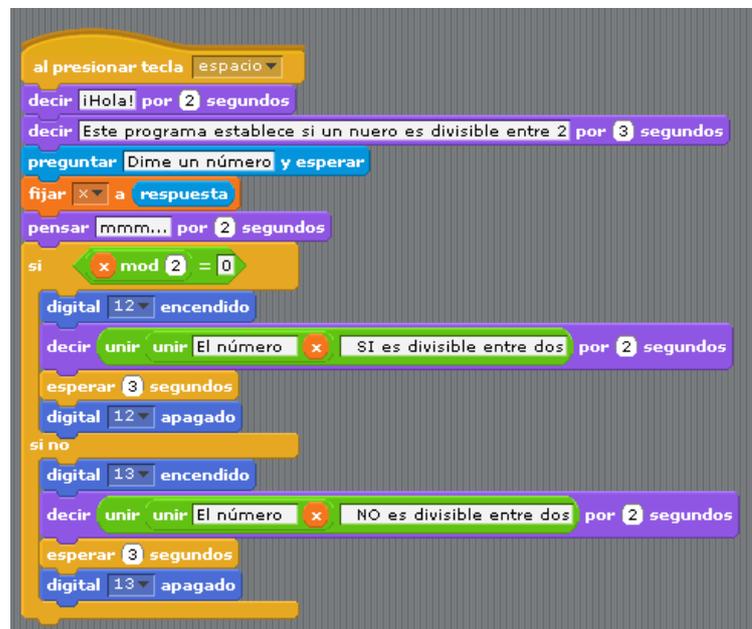
Por otro lado, la experiencia se ubica dentro de una metodología con enfoque cualitativo, desde el paradigma interpretativo, con un enfoque epistemológico basado en la teoría de objetivación, en donde el proceso de enseñanza y aprendizaje se proyecta desde la no apropiación de los objetos matemáticos y la búsqueda de la transformación individual desde el conocimiento de estos objetos, como lo presenta Radford (2018), objetivación “son los procesos sociales a través de los cuales los estudiantes se encuentran frente a formas de pensamiento y acción histórica y culturalmente constituidas y se familiarizan gradualmente con ellas, de una manera crítica.”(p. 67)

La implementación de las actividades se llevó a cabo en el grado séptimo de la básica secundaria del Colegio Técnico José Félix Restrepo I.E.D., ubicado en Bogotá, localidad San Cristóbal. Esta implementación se llevó a cabo en el mes de marzo del presente año y utilizó como medio de aplicación, investigaciones previas en donde se usaron secuencias figurales previamente usadas en investigaciones hechas por Radford. Sobre las fases de generalización se identifican el ver, decir, registrar y probar; estas fueron establecidos por

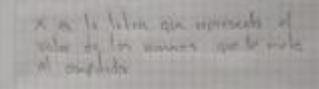
(Mason, J., Graham, A., Pimm, D., & Gowar, 1985), la idea que se manifiesta es que el aprendiz inicialmente ve un patrón, seguido de esto dice el patrón, para posteriormente registrar el patrón y validarlo a través de una fórmula. En la fase de prueba lo que se proyectó fue la inclusión del registro semiótico SCRATCH como medio para probar la validez de la generalización del patrón y como inducción a expresiones usando variables.

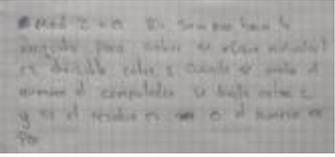
## DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En la primera parte de la actividad se utilizó un bloque de clase, para inducir aprendizajes entorno a SCRATCH, realizando una generalización de números pares e impares. Lo que los estudiantes realizaron fue un programa que permitiera establecer cuando un número es par o impar validado por los resultados que se obtenían en el computador y en una placa de desarrollo electrónico (arduino).



El resultado obtenido en esta actividad, tuvo varios análisis para la comprensión del programa:

BLOQUES	ANÁLISIS
	 <p><i>“x es la letra que representa el valor de los números que le meto al computador”</i></p> <p>En esta expresión se observa la movilización entre medios semióticos de representación, del lenguaje verbal al código de programación visual con scratch, esta explicación da cuenta de cómo el estudiante hace un primer acercamiento al concepto de</p>

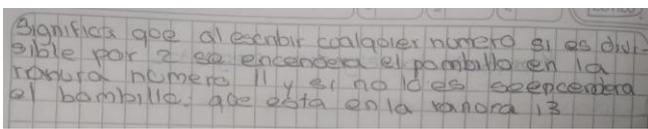
	<p>variable, entendida esta como los números que se meten al computador y como la letra “x”, se asocia a estos.</p> <p>El estudiante, al realizar esta movilización del registro verbal al registro semiótico computacional realiza un trabajo de objetivación, dado el primer acercamiento al concepto de variable.</p>
	 <p><i>“x mod 2 = 0 R: Sirve para hacer la pregunta para saber si x (que es el valor) es divisible entre 2 cuando se mete el numero al computador se divide entre dos y si el residuo es 0 el número es par.”</i></p> <p>En este proceso se observa que el estudiante realiza una movilización desde el registro verbal, al escrito y al registro semiótico computacional. Cuando el estudiante explica que la variable módulo 2 tiene residuo 0, entiende una de las propiedades de los números pares, y por consiguiente las propiedades de los números impares.</p>

	<p>En el proceso de validación se utilizaron tarjetas de desarrollo electrónico Arduino, lo cual favorecieron los procesos de percepción y motivación en el proceso de validación del código puesto a prueba.</p>
---	---



*“El programa sirve para detectar si un número es par o impar... si es par se prende el bombillo rojo, sino es par se prende el bombillo amarillo...a variable x que es casi cualquier número y el mira si es par o impar... $x \text{ mod } 2 = 0$  ...es.... divisor de dos entonces es igual a 0.”*

En esta interpretación se evidencia la movilidad dentro del lenguaje natural al lenguaje propio del lenguaje de programación, haciendo posible la objetivación y tomando conciencia del patrón, en donde se encuentra que la unidad significativa propia de la conversión se encuentra en la divisibilidad del número por dos, siendo esta división con residuo 0.



*“Significa que al escribir cualquier número si es divisible por 2 se encenderá el bombillo en la ranura número 11 y si no lo es se encenderá el bombillo que está en la ranura número 13.”*

En esta expresión el estudiante tiene asociada la idea de cualquier número en correspondencia con la variación y que esta tiene un efecto físico (encender el bombillo) al reconocer la propiedad de ese número con respecto a su divisibilidad por el número dos. Esta asociación de saberes del estudiante tiene que ver con la transferencia del registro verbal, al registro semiótico computacional y su correspondencia con los efectos físicos en un registro materializado en la placa de desarrollo eléctrico.

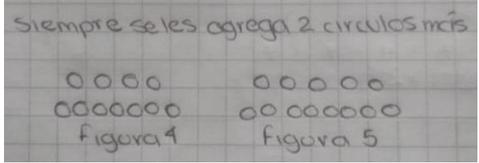
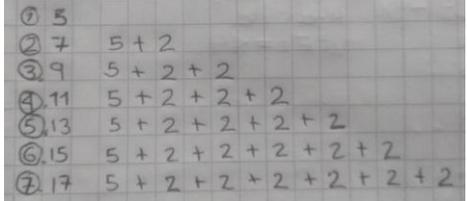
3) En la segunda actividad, se utilizó la secuencia figural utilizada por (Radford, 2006, p.



1. Dibujar en el cuaderno la figura 4, la figura 5 y la figura 6.
2. ¿Cuántos círculos habrá en la figura 15?
3. ¿Cuántos círculos habrá en la figura 150?
4. Realice un programa en SCRATCH que determine de forma automática los círculos que habrá en cualquier figura.

En esta actividad, los estudiantes tenían que ubicar el patrón para después llegar a una generalización que pasaría por la fase de validación utilizando scratch.

En el proceso de aprendizaje, investigadores previamente mencionados, reconocen dentro de las fases de la generalización el ver, decir, registrar y realizar pruebas de validez. A continuación, se hace un análisis sobre el desempeño de los estudiantes frente a la secuencia figural planteada:

	<p>Algunos estudiantes desde la primera fase de la generalización, “Ver” determinan que la cantidad de círculos siempre es un número impar, y basados en esta primera fase pueden sin ningún problema obtener los términos posteriores de la secuencia figural. Esta posibilidad de análisis es llamada por (Duval, 1999, p. 156), aprehensión operatoria, en donde se pueden separar las unidades figurales elementales de dimensión 2 que la componen en otras unidades figurales homogéneas o heterogéneas, también de dimensión 2.</p> <p>Esta aprehensión operatoria, en un inicio se convierte en una dificultad, ya que cuando al estudiante se le hace difícil determinar la unidad significativa del registro de representación, en este caso la cantidad de círculos que aumentan en cada línea, se tiene que hacer un esfuerzo por dinamizar las diferentes características del registro, para hacer la visualización más evidente.</p> <p>Tal situación se convierte en una dificultad para el docente, dado que este tiene que esforzarse en dinamizar el registro sin decir cuál es la visualización del patrón.</p>
	<p>De forma posterior logran verbalizar a través del “Decir”, la etapa previa de pasar de la fase ver a la fase decir, requiere en un tiempo aun mayor, en los estudiantes se notó más dificultad en poder plantear el decir cuál es el patrón y registrarlo, verbalmente se encontraban afirmaciones como: “... se suman los dos dependiendo de la figura”. Conseguir que los estudiantes en general logran decir el patrón, requirió de la puesta en común de las observaciones hechas, los estudiantes terminaron discutiendo en grupos de tres personas que propiedades observaban para determinar el patrón.</p> <p>Si bien en lenguaje natural, los estudiantes se desenvuelven mejor, la transferencia entre este registro y un registro simbólico resulta ser difícil, dado que aunque tengan</p>

	<p>de forma mental claro el patrón su representación escrita, se vuelve complicada y requiere de una gran ayuda del docente.</p>
	<p>Una vez, los estudiantes logran verbalizar el patrón descubierto, llegan bajo la orientación del docente al registro semiótico escrito, la imagen muestra como el estudiante consigue llegar a la fase de “Registrar”, en general los estudiantes utilizan este tipo de esquemas para plasmar la información, a este tipo de representaciones Radford (2014), las llama artefactos. Esto es “Las representaciones son más bien consideradas como "artefactos" incrustados en procesos de producción de significados.”(p. 410). En este punto se vuelve un problema el trabajo grupal, dado que este registro para efecto de aprehensión, tiene que ser propio y la discusión genera tendencias en los participantes, para obstar por copiar este tipo de registro.</p> <p>La anterior afirmación muestra que esta fase, requiere necesariamente de análisis individuales, que permitan al estudiantes asociar los registros mentales y verbales con los registros propios de la escritura.</p>
	<p>La posibilidad de poner en común el resultado tiene que ver con la necesidad de tener una noción de lo general y como lo manifiesta Mason, Graham, Pimm &amp; Gowar, (1984) “Para poder decir porque la regla es correcta, usted necesita tener una noción de lo general – y esto involucra la idea importante de como un ejemplo particular puede mostrar lo general...”(p. 23)</p> <p>Esta fase es la que requiere de la validación desde los aprendizajes computacionales, dado que, si bien este registro puede plantearse de forma escrita, en forma algebraica, la posibilidad de utilizar artefactos computacionales, potencia la capacidad meta-cognitiva, haciendo un control fiable de la generalización y asociando los nuevos aprendizajes con la oportunidad de asumir conocimientos propios de los tiempos actuales.</p> <p>En este punto podría surgir la idea de porque no utilizar otros lenguajes de</p>

	<p>programación como C, Python u otros muy utilizados en la actualidad. Por lo cual lo que se quiere mostrar es que en el tiempo moderno los estudiantes tienen aprendizajes asociados a la multimodalidad sensorial, situación que hace muy potente al scratch, dadas sus posibilidades visuales y multimediales, que enriquecen los procesos que posibilitan la transición de la aritmética al álgebra.</p>
--	---

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados, los procesos en torno a las fases de generalización se complementan de forma adecuada, es decir que en el proceso de ver un patrón, decir cuál es el patrón, registrar el patrón y validar el patrón el uso de un artefacto computacional, es decir el registro semiótico basado en SCRATCH, permite validar de forma más evidente los resultados obtenidos por los estudiante, y por consiguiente se constituye en un elemento que puede ser esencial en la transición de los registros semióticos propios de la aritmética a los registros nuevos basados en notaciones propias del álgebra elemental, sin embargo hace falta encontrar más elementos que se puedan percibir desde la multimodalidad sensorial y que no fueron evaluados en el análisis de la actividad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales* (U. del Valle, ed.).
- Kieran, C. & Filloy, E. (1989). El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 19(2), 229–240. <https://doi.org/10.7203/relieve.19.2.3024>
- Mason, J., Graham, A., Pimm, D., & Gowar, N. (1985). *Rutas hacia/raíces del álgebra* (U.K.; The Open University, ed.).
- McGowen, M. (2017). Examining the Role of Prior Experience in the Learning of Algebra. In S. Stewart (Ed.), *And the Rest Is Just Noise* (Springer, pp. 19–42). Switzerland.
- OECD. (2016). *La educación en Colombia* (L. línea de la OCDE, ed.). Paris.
- Radford, L. (2006). Algebraic Thinking and the Generalization of Patterns: A Semiotic Perspective. *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1(March 1987), 2–21.
- Radford, L. (2014). On the role of representations and artefacts in knowing and learning. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3), 405–422. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9527-x>
- Radford, L. (2018). Algunos desafíos encontrados en la elaboración de la Teoría de la Objetivación. *Pna*, 2(12), 61–80. Retrieved from [http://funes.uniandes.edu.co/10155/1/RadfordPNA12\(2\)2018Desafios.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/10155/1/RadfordPNA12(2)2018Desafios.pdf)
- Rojas, P. & Vergel, R. (2018). *Álgebra escolar y pensamiento algebraico: Aportes para el trabajo en el aula* (U. D. F. J. de Caldas, ed.). Bogotá.