



Funciones polares en un espacio de interactividad 3D con Arduino

Ponente: Mtro. Javier Díaz Sánchez
Nivel Medio Superior- ULC-BUAP

1 al 5 de septiembre 2025 | FCFM - BUAP

Introducción

Este trabajo presenta un proyecto educativo basado en la segunda gran idea de Seymour Papert sobre la tecnología como material de construcción, aplicado al aprendizaje de funciones polares en entornos tridimensionales, el trabajo integra programación creativa en Processing con interacción física mediante Arduino y joysticks, permitiendo a los estudiantes manipular parámetros matemáticos en tiempo real y observar sus efectos en visualizaciones 3D. Dirigido a 120 estudiantes de cuarto semestre de la Prep. Lázaro Cárdenas del Río, la implementación combinó desarrollo técnico (creación de un entorno interactivo 3D) con estrategias pedagógicas constructivistas a partir de la necesidad de la enseñanza de las matemáticas, particularmente en niveles avanzados de bachillerato, donde se enfrentan constantes desafíos relacionados con la abstracción de conceptos y la falta de engagement estudiantil (Boaler, 2016). Las funciones polares en este caso particular representan un contenido curricular que frecuentemente genera dificultades de comprensión debido a su naturaleza bidimensional y a la complejidad de su representación mental (Zazkis et al., 2016). La evaluación, realizada mediante encuestas tipo Likert y análisis de portafolios estudiantiles, reveló que el 90% de los participantes reportó un impacto positivo en su comprensión de conceptos matemáticos abstractos, destacando especialmente la efectividad de la interacción física y la visualización dinámica. Los resultados validan las teorías de Papert sobre el aprendizaje mediante construcción activa, demostrando cómo la integración de tecnologías creativas (Processing) con interfaces físicas (Arduino) puede transformar la enseñanza de matemáticas avanzadas. El trabajo incluye detalles técnicos sobre la implementación, marco teórico constructivista, metodología de evaluación y recomendaciones para futuras aplicaciones en contextos educativos.

Detalle del sistema		
Analítica de datos	Operaciones básicas	Entorno software
Capacidad: 120 estudiantes de 4to semestre UNAB	Arreglo: Arduino UNO con un joystick digital	Processing 4.0 (versión 64-bit)
Caso de implementación: 120 estudiantes UNAB	Hardware: UNO R3 con un joystick digital	Software: Processing 4.0 (versión 64-bit)
Eje de aplicación: Interacción física con un joystick digital		

Se parte de un modelo de matemático adaptado a Processing (vease fig.4.1 y 4.2), donde se adapta el modelo matemático a las estructuras y parámetros más significativos como rotación X e Y (rot X-rotY), proceso de conversión de coordenadas polares, y la profundidad del valor z, con ello el estudiante comprende el funcionamiento del entorno 3D y la ecuación polar, por ejemplo se aprecia la forma de tres pétalos a 0 grados en X e Y (véase fig. 5), posteriormente una rotación 35 en X e Y, pero con un valor modificado de la altura z por un valor creciente basado en theta (véase fig. 6), otro ejemplo presenta una mayor separación al modificar el valor de theta por 3 (véase fig. 7).

Fig. 4.1

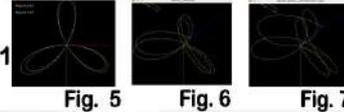


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Justificación

Este proyecto está fundamentado en tres pilares conceptuales:

- 1. Constructivismo y tecnología educativa**
La segunda gran idea de Seymour Papert (1980) propone que la tecnología no debe ser solo un medio de transmisión de información, sino un "material de construcción" cognitiva (véase fig. 1).
- 2. Programación creativa en educación matemática**
Processing, como entorno de programación visual, ofrece ventajas pedagógicas significativas para la enseñanza de matemáticas (Freedman, 2018). Su sintaxis simplificada y capacidades gráficas permiten: Visualización inmediata de conceptos abstractos, experimentación con parámetros matemáticos y desarrollo de pensamiento computacional.
- 3. Interacción física y aprendizaje kinestésico**
La incorporación de Arduino y joysticks añade una dimensión táctil al aprendizaje matemático, respondiendo a lo que Abrahamson (2014) denomina "cognición encarnada". Estudios en neuroeducación (Thomas et al., 2020) muestran que la manipulación física de conceptos abstractos activa redes neuronales adicionales, facilitando la comprensión y retención.

Desarrollo

El desarrollo de esta propuesta presentada como un proyecto, responde al compromiso de una enseñanza integral, donde los conocimientos se movilizan apoyados en la certidumbre de la teoría matemática, la conducción de un modelo didáctico, las herramientas digitales y electrónicas como formas visuales del concepto abstracto. La propuesta combina innovaciones tecnológicas con principios pedagógicos:

- Processing** como lienzo matemático: Permite representaciones dinámicas imposibles en pizarras estáticas.
 - Arduino** como puente físico-digital: Convierte movimientos corporales en parámetros matemáticos.
 - Joysticks** como interfaces intuitivas: Aprovechan habilidades motoras desarrolladas en videojuegos.
- Este triángulo tecnológico crea lo que Turkle y Papert (1992) llamaban "epistemología concreta", donde conceptos abstractos se experimentan físicamente (véase fig. 3).

Conclusión

El desarrollo de esta propuesta en el aula como una práctica de laboratorio, responde al compromiso de una enseñanza integral, donde los conocimientos se movilizan apoyados en la certidumbre de la teoría matemática, una estrategia didáctica y las herramientas digitales como formas visuales del concepto abstracto, un hecho que tuvo un impacto significativo en actividades previas desarrolladas a partir de ejemplos elementales, por lo que al implementar esta nueva aportación en el quehacer de los estudiantes no se espera menos, dado que es una oportunidad de experimentar nuevas formas visuales, a partir de un concepto sentado en las bases la trigonometría. Para finalizar, todo lo anterior ha sido un esfuerzo personal que invita a la transversalidad en un contexto visual a partir de la comprensión de los conceptos matemáticos más elementales (véase fig. 9).

Referencias:

Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.

Papert, S. (1980). *Mindspace: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books.

Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.

Turkle, S., & Papert, S. (1992). Epistemological pluralism and the reevaluation of the concrete. *Journal of Mathematical Behavior*, 11(1), 3-33.

Zazkis, R., Dubinsky, E., & Douerjann, J. (2016). Coordinating visual and analytic strategies: A study of students' understanding of the group D4. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 436-457. <https://doi.org/>

Mtro. Javier Díaz Sánchez
javier.diazsa@correo.buap.mx
BUAP-ULC312

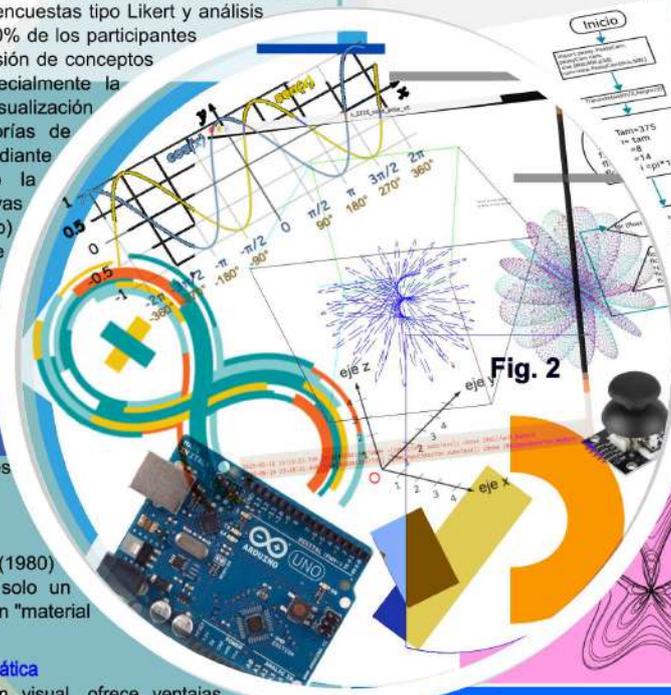


Fig. 2



Fig. 4.2



Fig. 9

Fig. 8

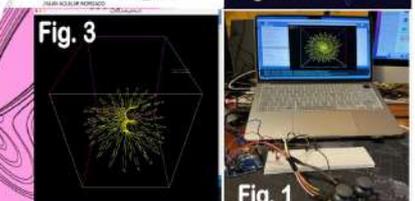


Fig. 3

Fig. 1

Resultados

El proyecto basado en la segunda gran idea de Seymour Papert demostró un impacto significativo en el aprendizaje de funciones polares entre los 120 estudiantes de bachillerato participantes. Los resultados combinados de encuestas Likert y análisis de portafolios, revelaron que: 90% de los estudiantes reportaron una mejora sustancial en su comprensión conceptual de las funciones polares, destacando cómo la interacción física con los joysticks y la visualización dinámica en 3D transformaron su percepción de estos conceptos matemáticos tradicionalmente abstractos (véase fig. 8); asimismo 85% de los participantes mostraron niveles altos de engagement durante las actividades, manteniendo una participación activa durante el 92% del tiempo total de las sesiones.