

# Análisis cognitivo del proyecto STEM, enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica

## *Ponente:*

Angela Patricia Cifuentes Guerrero. ([anpato.456@hotmail.com](mailto:anpato.456@hotmail.com)), IERD Adolfo León Gómez. Colombia

Estudiante de cuarto año de doctorado, Universidad de la Salle, Costa Rica. Magister en Educación con concentración en Matemáticas, Universidad de los Andes. Licenciada en Matemáticas y Física, Universidad de Cundinamarca. Profesora catedrática de la Universidad de Cundinamarca. Formadora y tutora de la maestría en Análisis Didáctico, Universidad de los Andes. Profesora de educación básica y media de la secretaria de educación de Cundinamarca.

Viviana Garzón Cardozo, ([vgarzon@uniminuto.edu](mailto:vgarzon@uniminuto.edu)), Parque Científico de Innovación Social UNIMINUTO. Colombia

Estudiante de Maestría de Telecomunicaciones Móviles, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ingeniera en Control Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Directora del Programa para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas UNIMINUTO-iCarnegie.

**Resumen:** Un proyecto basado en el modelo STEM se ha estado implementando desde Mayo del 2014, en ocho colegios públicos del departamento de Cundinamarca, Colombia. Este proyecto se basa en la aplicación de un modelo para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica. Esta metodología es diseñada por Icarneegie Global Learning y busca entre otros, certificar a los estudiantes en el aprendizaje de dos lenguajes de programación, NXT y INL o Introducción lenguaje Natural (Programación en lenguaje C para Robot). Se presenta un ejemplo del análisis realizado para un modulo del grado octavo, con el fin de establecer el aporte al desarrollo de capacidades cognitivas en las áreas STEM, en el que el foco de atención es el aprendizaje del estudiante.

## **1. Contextualización.**

Stem para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas es un proyecto que lidera la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO), en convenio con la Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación de Cundinamarca y financiado por una entidad gubernamental como el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías. Este proyecto hace parte del plan departamental de desarrollo “Prosperidad para todos “ y su propósito es el fortalecimiento de las capacidades en ciencia y tecnología, como ruta hacia la innovación, el conocimiento y la competitividad, de acuerdo con las sugerencia hechas por la UNESCO, “La educación en STEM es la llave a la innovación y crecimiento de la economía en el mundo de la conexión digital, donde estamos rodeados de tecnología e innovación”. Por otro lado, también es imperante la ampliación de la cobertura de la primera infancia y la retención en el sistema escolar de la población infantil y juvenil mediante la formación técnica y tecnológica.

La implementación de este programa también obedece a la necesidad de: (a) elevar los resultados en las pruebas estandarizadas nacionales “Pruebas Saber”; (b) cambiar las metodologías de enseñanza y aprendizaje tradicionales, que entre otros, generan una desconexión entre las áreas del currículo, particularmente entre las ciencias y las matemáticas; (c) implementar programas innovadores para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; (d) disminuir los bajos índices de desempeño escolar en el área de matemáticas; (e) disminuir los índices de repitencia del año escolar; (f) incrementar el desarrollo de capacidades en resolución de problemas en matemáticas; (g) desarrollar en los estudiantes capacidades de tipo afectivo, relacionadas con la motivación, la autoestima y el interés por las matemáticas escolares; (h) desarrollar en los estudiantes habilidades como liderazgo, trabajo en equipo y aprendizaje autónomo.

Para este programa se seleccionaron ocho instituciones educativas de carácter público correspondientes a ocho municipios de las diferentes zonas del departamento; de las instituciones educativas seleccionadas, dos son rurales y las demás se encuentran en el casco urbano, entre las instituciones se encuentran diferentes enfoques de formación en la educación: Colegios Técnicos, Normalistas y Clásicos; ésto con motivo de privilegiar los diferentes contextos culturales y sociales del departamento, y a la vez, para poder establecer el impacto del programa en poblaciones que difieren de necesidades, intereses y recursos. Los municipios escogidos son Soacha, Girardot, Zipaquirá, Gacheta, San Juan de Río Seco, Madrid, Cucunuba y Pasca.

Los actores que intervienen en la ejecución de este proyecto son las instituciones de educación superior como UNIMINUTO y Carnegie Mellon<sup>1</sup>, 16 profesores que recibieron capacitaciones sobre formación en robótica y rectores y secretarios de tecnología y educación de la gobernación de Cundinamarca, quienes facilitan el acercamiento con la comunidad y la socialización.

## **2. Descripción general del proyecto**

Los propósitos principales del proyecto STEM son: (a) incorporar al currículo de matemáticas de la institución el programa de Icarnege Global Learning que fomenta el uso de la robótica como medio para el aprendizaje de las matemáticas; (b) desarrollar seminarios y acompañamientos para el grupo de docentes -del grado sexto y séptimo- que lideran el proyecto dentro de las instituciones seleccionadas; (c) potencializar las competencias en ciencia y tecnología de los estudiantes de educación básica mediante el modelo de formación STEM (Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas) y demás habilidades del siglo XXI; (d) apropiarse por parte de los estudiantes el conocimiento en matemáticas, en contacto directo con la robótica (aprender haciendo); (e) evaluar y socializar el impacto a corto plazo del proyecto; (f) certificar a los estudiantes en la apropiación de lenguajes de programación; (g) adaptar el modelo de STEM Robotics propuesto por iCarnegie Global Learning al contexto Colombiano.

El proyecto está diseñado para los niveles de sexto y séptimo, por cuestión de logística se han implementado en los grados séptimos y octavos. Entre el periodo 2014-2015 han participado 1440 estudiantes en los lenguajes de programación NXT y INL. Cada nivel contiene entre 20 y 32 módulos; cada módulo contiene recursos para los profesores como: guía de preparación del módulo, video tutoriales, un aula virtual y acompañamiento en las instituciones para la implementación de las actividades; los recursos para los estudiantes son: una guía de aprendizaje, videos y documentos de referencia, planos, kit de robótica, y AA<software de programación, entre otros recursos. Para los estudiantes está dispuesta una plataforma MOODLE que gestiona el aprendizaje. Por otro lado las guías contienen las expectativas de aprendizaje, la conexión con situaciones del mundo real, actividades que potencializan el trabajo colaborativo y el proceso de ingeniería, el reto y la conexión con las matemáticas.

Para evaluar el impacto del proyecto, hemos hecho un análisis del aporte cognitivo y afectivo de las actividades que propone cada módulo en términos de la contribución al desarrollo de las expectativas de aprendizaje planificadas. Existen diferentes niveles en la formulación de expectativas de aprendizaje; en el nivel básico, se encuentran las capacidades que corresponden a los conocimientos más básicos y a los procedimientos más rutinarios que el estudiante tiene que aprender o poner en juego durante el desarrollo de cada tarea. En el nivel intermedio aparecen los objetivos que involucran conexiones entre los conceptos y procedimientos y están definidos a lo largo de un módulo, son conductas observables y contribuyen al desarrollo de un objetivo. En el nivel superior se encuentran los procesos generales y capacidades fundamentales matemáticas que proponen PISA 2012 y que hacen referencia a lo que se espera que los estudiantes aprendan y sean capaces de hacer a lo largo de su formación académica en matemáticas. Para mostrar el análisis hecho nos referiremos en adelante a las expectativas del nivel intermedio y básico, por ser evidenciables a corto plazo. Veamos ahora un ejemplo del análisis cognitivo realizado para el módulo 12 correspondiente al lenguaje de programación NL. En lo que sigue, daremos la descripción del objetivo y de las capacidades que aportan a su logro.

---

<sup>1</sup>Institución Universitaria a la que pertenece Icarnege Global Learning, esta academia lidera proyectos de robótica y ayuda a los gobiernos de las naciones a certificarse en proyectos innovadores.

Objetivo: programar un robot para utilizar un sensor ultrasónico que detecte objetos a distancia y siga un camino definido, mediante la estimación de umbrales.

Capacidades.

### **Tecnología- Programación**

- Arma un prototipo de robot que incluya el sensor de ultrasonido.
- Conecta el sensor al puerto USB correspondiente
- Identifica los rangos de ultrasonido que percibe el sensor
- Descarga el programa RobotC al robot
- Diseña el programa usando los códigos de programación
- Utiliza el comando forward para avanzar
- Utiliza el comando backward para retroceder
- Utiliza el comando stop para parar
- Utiliza los códigos de programación para el sensor ultrasonido
- Selecciona la velocidad para que el robot cumpla con la ruta
- Diseña un diagrama de flujo para establecer las acciones que debe realizar el robot
- Compila y descarga el programa diseñado

### **Matemáticas**

- Calcula distancias utilizando la velocidad del sonido la velocidad del sonido
- Realiza cálculos para establecer los rangos de tiempo o de las rotaciones que deben dar llantas del robot para realizar giros según el ángulo seleccionado
- Resuelve ecuaciones lineales
- Utiliza el plano cartesiano

### **Física**

- Identifica el sonido como una onda
- Clasifica las ondas
- Reconoce los medios de propagación de las ondas
- Reconoce algunos fenómenos ondulatorios
- Identifica la aplicación de las ondas en la tecnología
- Describe como se utilizan los sensores de ultrasonido en el mundo real

### **Ingeniería**

- Establece un plan para la solución del problema
- Adopta un rol y sus respectivas responsabilidades dentro del grupo
- Identifica los datos del reto
- Estima los umbrales efectivos dentro del rango del sensor

- Registra datos relevantes en el diario de ingeniería
- Prueba el prototipo diseñado
- Realiza cambios al prototipo si lo necesita
- Comunica los resultados

El numero de capacidades desarrolladas demuestra las bondades de las tareas de aprendizaje planificadas para el reto de este módulo. “Las capacidades expresan procedimientos rutinarios que forman parte del desarrollo de los objetivos. Las capacidades intervienen en el desarrollo de conocimientos más elaborados y permiten describir procesos de resolución de tareas complejas. En efecto, durante el proceso de resolución de una tarea matemática de una cierta complejidad, la conducta observable del estudiante se puede describir mediante una sucesión ordenada de capacidades”. (Gomez, 2007)

Por extensión no se incluye la descripción de los posibles errores y dificultades que pueden aparecer, ni los caminos de aprendizaje o secuencia de capacidades que los estudiantes ponen en juego al desarrollar el reto, pero que también son parte importante del análisis cognitivo realizado para el módulo.

Para terminar, queremos compartir las cifras del desempeño académico de una muestra de 40 estudiantes durante el periodo académico en el que se implementó este módulo de la cohorte 2015 de uno de los colegios en donde se implementa este proyecto, teniendo en cuenta la escala de valoración <sup>2</sup>, el 27,5% de los estudiantes se ubicaron en un desempeño básico y el 62,5% se ubicó en un desempeño alto y el 10% de los estudiantes se ubico en el desempeño superior. Estas cifras contrastadas con los desempeños de los años anteriores superan el histórico de valoraciones del grado octavo de la institución.

Para concluir, la implementación del proyecto ha permitido: (a) utilizar el aprendizaje “aprendo-haciendo” en el campo de la robótica para involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas, el descubrimiento y aprendizaje exploratorio; (b) ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades del siglo XXI; (c) potencializa habilidades en las áreas de matemáticas, ingeniería, programación, resolución de problemas, creatividad, análisis, y pensamiento computacional; (c) En la institución Normalista se busca formar a los estudiantes que serán los nuevos profesores en nuevas metodologías de enseñanza; (d) utilizar el aprendizaje de las áreas STEM y las competencias del siglo XXI, para desarrollar procesos de apropiación social en los estudiantes; (d) permite que los estudiantes hacerse cargo de su aprendizaje.

---

<sup>2</sup> La escala de valoración nacional según el Ministerio de educación de Colombia es: 3.0 - 3.9 desempeño básico, 4.0 - 4.5 desempeño alto y 4.5 - 5.0 desempeño superior

