

STEM en la escuela rural: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la práctica de la robótica

Ponente:

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

Estudiante de tercer año de doctorado, Universidad de la Salle, Costa Rica. Magister en Educación con concentración en Matemáticas, Universidad de los Andes. Licenciada en Ciencias de la educación, con especialidad en Matemáticas y Física, Universidad de Cundinamarca. Profesora catedrática de la Universidad de Cundinamarca. Tutora en cursos de educación continuada, Universidad de los Andes. Editora asociada en Funes Uniandes, repositorio digital de documentos en educación matemáticas. Profesora de educación básica y media de la secretaria de educación de Cundinamarca; Coautora de capítulo de libro. Miembro de Gemad, una empresa docente, Universidad de los Andes.

Resumen:

En este documento se presenta la experiencia de la implementación del proyecto STEM¹, para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica. Este proyecto innovador, se implementa en los grados sextos y séptimos de la educación básica en Colombia. Actualmente el proyecto se lleva a cabo en 8 colegios de Cundinamarca, para estudiantes cuyas edades oscilan entre 11 y 12 años de edad. En esta ocasión se mostrará los avances del proyecto en cuanto al aprendizaje de las matemáticas en la Institución Educativa Rural Departamental Adolfo León Gómez de Pasca Cundinamarca.

El desarrollo de este proyecto permite priorizar el carácter funcional de las matemáticas, utilizarlo en la creación y desarrollo de secuencias de enseñanza y aprendizaje para desarrollar en el aula que permiten que la modelación y la tecnología tengan un impetuoso protagonismo. Se desarrollan tareas que implican solucionar problemas en contextos o situaciones que guían al estudiante a asumir el rol de un ingeniero, diseñando algoritmos en un lenguaje de programación como el NXT y el INL, y al construir algunos prototipos de robots.

Durante la ejecución del proyecto STEM, el aula de matemáticas se ha transformado en un ambiente mediado por la tecnología y el trabajo colaborativo; de esta mediación emergen ecologías cognitivas² que se establecen durante el proceso de ingeniería que implementan los alumnos para solucionar los problemas planteados en cada reto; las actividades mediadas favorecen la construcción del conocimiento, la convivencia y el dialogo, cuando los alumnos establecen acuerdos y resuelven problemas como una práctica sociocultural.

¹ STEM es un acrónimo en inglés para designar las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. STEM en Colombia es un proyecto innovador para enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

² Ecología cognitiva es un ambiente que propicia experiencias de conocimiento, Hugo Assman (2002).

Palabras claves: robótica, plataforma LMS, matemáticas, trabajo colaborativo, construcción social del aprendizaje.

1. Contextualización.

En la Institución Rural Departamental Adolfo León Gómez del municipio de Pasca Cundinamarca se está implementando el proyecto STEM. Este proyecto ha sido posible gracias al sistema general de regalías y los convenios entre la secretaría de ciencia y tecnología e innovación de Cundinamarca, la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, y Icarnie Global Learning³.



Figura 1: Institución Educativa Adolfo León Gómez

El programa se inició con alumnos de grado sexto y séptimo de la educación básica en el año 2014; El 95% de la población escolar es rural, sus estratos socioeconómicos son 0, 1 y 2. El acceso a los recursos informáticos los provee en su mayoría la institución educativa, pues en el sector rural, los recursos económicos de la población son escasos y el acceso al servicio de internet es muy limitado.

Los resultados de la experiencia que se presenta a continuación están basados en el trabajo realizado con los niños de séptimo grado, durante dos sesiones de 60 minutos semanales desde junio del 2014 y el año 2015, aplicando una secuencia de tareas distribuidas en 21 módulos.

El alumno, durante el desarrollo de cada tarea, debe poner en juego capacidades, entendiendo capacidades como aquellas acciones que ejecutan los estudiantes durante el desarrollo de una tarea y que van orientadas al cumplimiento de cada uno de los objetivos planificados. La implementación de las tareas contribuye a desarrollar competencias de tipo cognitivo referidas a la matemática, a ingeniería, a tecnología y otras de tipo comportamentales, como el liderazgo y la tendencia a la acción, entre otras.

2. Descripción general de la experiencia de aula

³ <http://icarnegie.com/about-us/introducing-icarnegie-global-learning/>

La implementación se inició el 28 de mayo del 2014. El lenguaje de programación asignado para el grado séptimo es el Lenguaje Natural INL.



Figura 2: Imagen primera clase 2014

El aula de matemáticas es un ambiente mediado por la plataforma LMS de Icarnie, esta plataforma Moodle gestiona el aprendizaje de los estudiantes, provee diferentes recursos para el aprendizaje de la robótica, contiene videos, tutoriales, guías para los estudiantes, diferentes rúbricas para la evaluación, un glosario de robótica, entre otros. Adicional a todos los videos, presentaciones y retos, cada módulo de aprendizaje contiene un plan de lección con instrucciones detalladas para orientar una clase, incluyendo actividades, preguntas de reflexión y tips para la de solución de problemas. Cada estudiante cuenta con un usuario y un correo electrónico que permite la comunicación sincrónica y asincrónica entre estudiantes- estudiantes y estudiantes profesor. La plataforma también dispone de pretests y tests en línea para monitorear el aprendizaje de los estudiantes.

La secuencia de actividades están estructuradas en 21 módulos de aprendizaje, cada módulo retoma las habilidades y conocimientos enseñados en el módulo anterior. Las actividades ofrecen oportunidades para enseñar conceptos de otras materias tales como matemáticas, ciencia, tecnología e ingeniería. A la vez, cada módulo tiene las notas para el profesor y un cronograma sugerido para la instrucción.

A continuación presento algunos contenidos de la LMS de manera más detallada:

- ◆ **Sugerencias de organización:** información sobre software, baterías, modificaciones al robot, sugerencias sobre rutas del curso y asistencia adicional.
- ◆ **Lista de verificación del módulo:** una lista de chequeo para organizar y poner en funcionamiento el salón de robótica.
- ◆ **Guía paso a paso/programa:** un cronograma detallado y secuencial del aprendizaje que incluye tema del módulo, descripción, objetivos y tiempo de las sesiones.
- ◆ **Estándares curriculares:** cada módulo direcciona el desarrollo de habilidades específicas en matemáticas, ciencia, tecnología, lingüística y competencias del siglo 21.
- ◆ **Salón de clases centrado en el aprendiz:** descripción detallada de el “profesor como facilitador” en el salón de clases que describe el rol de motivador
- ◆ **Glosario de robótica:** definiciones específicas acerca de robótica.

- ◆ **Diario de ingeniería:** un resumen de los requerimientos de un Diario de Ingeniería como una herramienta de evaluación y recurso para el estudiante

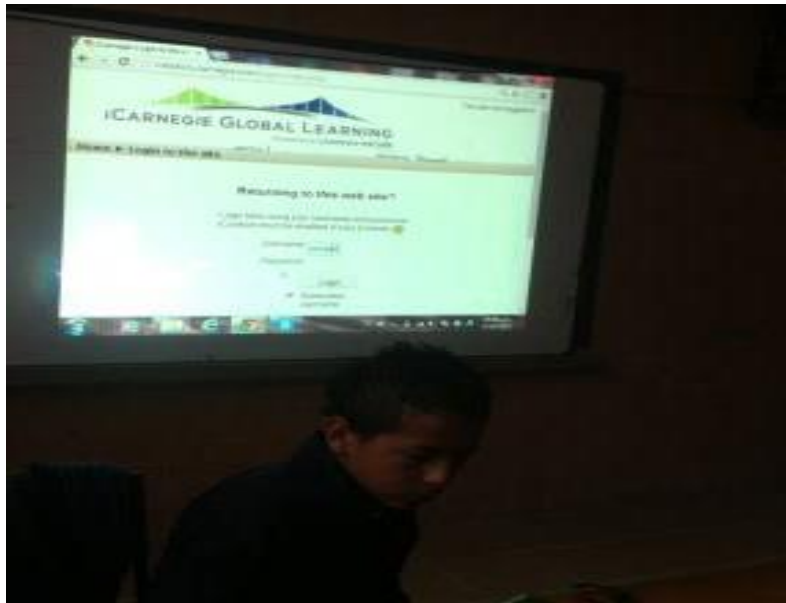
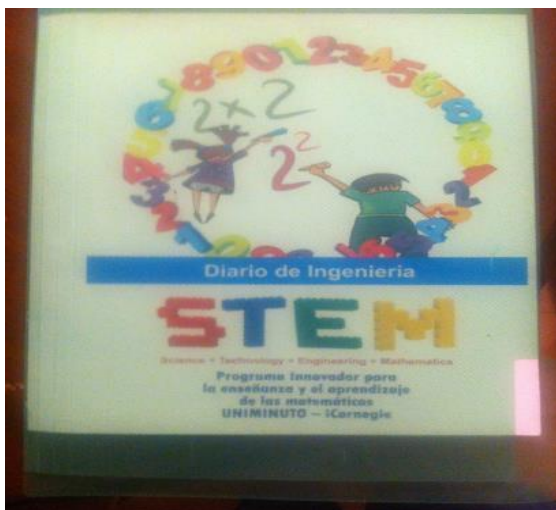


Figura 3: Ingreso a la página de la plataforma LMS

Las actividades planificadas están diseñadas para favorecer el trabajo colaborativo entre pares, cada alumno debe asumir un rol durante el proceso de ingeniería y éstos también se deben rotar con cada reto, los roles son: gerente de logística, gerente del proyecto, gerente de operaciones y programador, cada rol tiene unas responsabilidades que permean el dialogo, la convivencia y acciones específicas en cuanto al manejo del computador, del software, de los materiales y del robot, por ejemplo, el programador debe organizar la secuencia de comandos basados en comportamientos simples y complejos del robot que permitan cumplir con un reto de la manera más eficaz; o, el gerente de logística proveerá al grupo de materiales necesarios para realizar el prototipo que se requiera.

Así, cada módulo consta de una secuencia de tareas estructuradas y planteadas en una guía que incluye los objetivos, los materiales y las actividades a desarrollar. Cada tarea posee conexión con actividades de la vida diaria y/o con prácticas de ingeniería en escenarios reales.



El diario de ingeniería que los alumnos deben llevar, registra los apuntes en forma ordenada de lo realizado por el equipo, lo ideal es que así como un ingeniero planifica para dar solución a un problema, los estudiantes deben resolver los mismo pasos para poder llevar a cabo cada reto, en ese caso, el proceso de ingeniería da cuenta de: identificación del problema, recolección de la información necesaria, búsqueda de soluciones creativas, pasar de la idea al diseño preliminar, evaluación y selección de la

solución, preparación de reportes, planos y especificaciones, implementación del diseño. Es durante el proceso de ingeniería que el trabajo colaborativo es parte mediadora del aprendizaje, durante esta etapa, los estudiantes deben poner todas sus ideas en juego, para luego consensuar, aplicar, probar y convertir. De esta forma, el trabajo colaborativo favorece la construcción del conocimiento, la convivencia y el dialogo dentro de la comunidad aprendiente, al establecer acuerdos y resolver problemas como una práctica social.

3. Presupuestos teóricos

El proyecto STEM está fundamentado en la información que suministra los principios y estándares curriculares para la educación Matemática del NCTM y otros principios didácticos fundamentales que se enmarcan a la luz de modelos como el análisis didáctico y la teoría social del aprendizaje.

A continuación en palabras de Jose Luis Lupiañez y a Antonio Marín se presenta un aparte de “los Principios y Estándares: Un modelo de organización del currículo”⁴

El NCTM ha publicado diferentes obras en materia curricular, estos textos han representado una apuesta importante por desarrollar y articular explícita y ampliamente unos objetivos para el profesorado y los responsables de la política educativa. Además han venido proporcionado enfoques, coherencia y nuevas ideas a los esfuerzos por mejorar la educación matemática.

Estos son los principios curriculares que propone el NCTM:

Igualdad: La buena educación matemática requiere igualdad, es decir, altas expectativas y una base potente para todos los estudiantes.

Curriculum: Un curriculum es más que una colección de actividades: debe ser coherente, enfocado en matemáticas importantes, y bien articulado en grados.

El énfasis en seleccionar matemáticas importantes o relevantes para los objetivos marcados es muy notable: Por ejemplo, dentro del campo numérico cita la proporcionalidad y las razones; cita las destrezas de razonar y deducir, la capacidad de predicción a través de las matemáticas o incrementar conocimientos en recursión, iteración, comparación de algoritmos.

Enseñanza: La enseñanza efectiva de las matemáticas requiere comprender que los estudiantes saben y necesitan aprender y, entonces, retándolos y desafiándolos aprenderán bien.

Aprendizaje: Los estudiantes deben aprender matemáticas, comprendiéndolas, construyendo activamente nuevo conocimiento desde la experiencia y el conocimiento previo.

Evaluación: La evaluación debería apoyar el aprendizaje de las matemáticas importantes y aprovechar esta información poderosa para ambos, alumnos y profesores.

Tecnología: La tecnología es esencial en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; influye en las matemáticas que se enseñan y refuerza el aprendizaje de los estudiantes.

Los estándares curriculares tratan de dar respuesta a la pregunta ¿qué contenidos y procesos matemáticos deberían los estudiantes aprender a conocer y a ser capaces de usar cuando avancen en su educación? Se estructuran en estándares de contenido

⁴ En este artículo se presenta la traducción al castellano de un documento básico en la educación matemática publicado en el año 2000 y ha sido editado por la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/1757/1/2005MoralLupi.pdf>

y de proceso. Los cinco estándares de contenidos se organizan en base a áreas de contenido matemático, y son: *Números y Operaciones, Álgebra, Geometría, Medida y Análisis de datos y Probabilidad*. Los otros cinco estándares son de procesos y mediante ellos se presentan modos destacados de adquirir y usar el conocimiento: *Resolución de Problemas, Razonamiento y Demostración, Comunicación, Conexiones y Representación*.

En el documento de Principios y Estándares, se establecen unos ejes que marcan unas pautas generales para cada uno de los Estándares, y que deberían darse para todos los niveles educativos. Por ejemplo, en el Estándar de Números y Operaciones, se establece que (p. 34):

“Los programas de enseñanza de todas las etapas deberían capacitar a todos los estudiantes para:

- ◆ *Comprender los números, las diferentes formas de representarlos, las relaciones entre ellos y los conjuntos numéricos;*
- ◆ *Comprender los significados de las operaciones y cómo se relacionan unas con otras;*
- ◆ *Calcular con fluidez y hacer estimaciones razonables*

Estos ejes de contenido, al igual que los de proceso, se desarrollan desde Preescolar hasta terminar el Bachillerato. En cada nivel educativo se desglosan en Estándares que se justifican y se analizan detallando cómo puede producirse la evolución de las expectativas para cada. También se dan pistas acerca de cómo enseñar algunos contenidos en algunos niveles específicos.

Los Estándares de procesos siempre se argumentan en mutua interconexión con los de contenidos ya que los primeros facilitan la comprensión de los segundos. Veamos un ejemplo de los ejes que organizan un Estándar de proceso: el de Comunicación (p. 64):

“Los programas de enseñanza de todas las etapas deberían capacitar a todos los estudiantes para:

- ◆ *organizar y consolidar su pensamiento matemático a través de la comunicación; comunicar su pensamiento matemático con coherencia y claridad a los compañeros, profesores y otras personas;*
- ◆ *analizar y evaluar las estrategias y el pensamiento matemáticos de los demás;*
- ◆ *usar el lenguaje matemático con precisión para expresar ideas matemáticas.”*

En el documento propuesto por el NCTM, se enfatiza la importancia de crear en el aula un ambiente productivo para el aprendizaje, promoviendo, por ejemplo, que los escolares trabajen en equipo, o aprovechando sus ideas y errores para conducir su aprendizaje (Joyner & Reys, 2000).

Por otro lado, el análisis didáctico, con sus cuatro subanálisis: análisis conceptual, análisis cognitivo, análisis de instrucción y análisis de actuación, (Rico, 1997). Nos permiten identificar y establecer la diversidad de significados de cualquier elemento de la matemática, como también escoger los elementos que son objeto de instrucción, durante la implementación de secuencias de actividades. A continuación presento una breve descripción de cada uno de los sub-análisis

El análisis de contenido es el procedimiento que permite identificar y organizar la multiplicidad de significados de un concepto matemático. En este análisis se consideran los diferentes modos de expresión y de uso del elemento matemático, las conexiones

con distintas estructuras, la utilización de diferentes procedimientos, la diversidad de los problemas que pueden interpretarse, abordarse y resolverse. Todo esto con la finalidad de organizar tareas que permitan a los alumnos negociar y construir significados en el aula. A su vez, este análisis está compuesto por tres organizadores del currículo: la estructura conceptual, los sistemas de representación y la fenomenología. Este sub-análisis permite establecer la relación entre los contenidos de la matemática y el carácter funcional de ellas en otras ciencias, de esta manera se diseñan los retos para la resolución de problemas en el contexto de la tecnología.

En el análisis cognitivo, el foco de atención es el aprendizaje del estudiante. Se describen las expectativas de aprendizaje en términos de objetivos y capacidades, es decir, lo que se espera que los estudiantes aprendan en cuanto a matemáticas, tecnología, ingeniería, entre otras. Así mismo, la forma en que van a desarrollar ese aprendizaje, como también los errores y dificultades que se pueden presentar durante el proceso.

El análisis de instrucción permite diseñar, analizar y seleccionar las tareas que constituyen las actividades de enseñanza y aprendizaje y que son objeto de la instrucción. También permite establecer los elementos de aplicación de cada secuencia de actividades, la agrupación, los tiempos, el papel del profesor, el papel del estudiante, la complejidad de las tareas, entre otros.

Con el análisis de actuación se pretende establecer en qué medida los estudiantes alcanzan los objetivos de aprendizaje y en qué medida las tareas correspondientes, contribuyen al desarrollo de las capacidades y competencias propuestas. Este análisis está directamente relacionado con la evaluación. Para ello se diseñan instrumentos que dan cuenta de la evolución del aprendizaje. Se cuenta con 10 diferentes rúbricas, a saber.

- ◆ Rúbrica de actividad
- ◆ Rúbrica de desafío de robótica
- ◆ Rúbrica de colaboración
- ◆ Rúbrica de diario de ingeniería
- ◆ Rúbrica de diseño externo
- ◆ Rúbrica de diseño interno
- ◆ Rúbrica de colaboración entre pares
- ◆ Rúbrica de evaluación de investigación
- ◆ Rúbrica de hábitos de trabajo
- ◆ Rúbrica de presentación

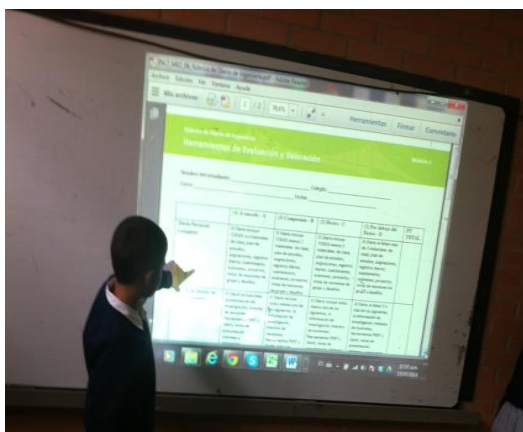


Figura 4: Imagen rúbrica de colaboración

El proyecto STEM, favorece el trabajo entre pares como una práctica social, es por ello que la inclusión de la robótica en el aula de matemáticas, también se ha fundamentado sobre las bases de La teoría social del aprendizaje. A continuación se resumen algunos de los planteamientos que se consideran como supuestos teóricos.

Las teorías del aprendizaje social tienen en cuenta las interacciones sociales, pero siguen adoptando una perspectiva básicamente psicológica. Destacan las relaciones interpersonales que intervienen en la imitación y el modelado y que, en consecuencia, se centran en el estudio de los procesos cognitivos por los que la observación se puede convertir en fuente de aprendizaje. Son útiles para comprender los detallados mecanismos de procesamiento de información por los que las interacciones sociales influyen en la conducta (Bandura, 1977).

El punto de vista pragmático, considera que el conocimiento es operacional, lo que significa que todo concepto se conforma a través de las situaciones que vive el sujeto en la acción de búsqueda de soluciones a los problemas que se plantea. Los conceptos se forman —no se adquieren— a lo largo de un gran periodo de tiempo. Una sola situación no basta para instalar un concepto, son necesarias varias situaciones para que un concepto funcione en sus diversos aspectos y para que aparezca la multitud de relaciones que tiene con otros conceptos.

El hecho didáctico no debe ser explicado por el estudio aislado de cada uno de sus componentes y entonces se sigue que es necesario el análisis del “sistema didáctico” (Chevallard, 1998), formado por la triada profesor-alumno-saber, considerando el contexto en el que el hecho didáctico se produce.

Para que los saberes matemáticos ingresen a la escuela deben sufrir una re-elaboración didáctica, que los re-contextualiza, los re-personaliza y los re-temporaliza. Es en esta re-elaboración didáctica donde se debe centrar la actividad profesional del profesor de matemáticas, a fin de posibilitar en los estudiantes una verdadera actividad científica. Por tanto, un profesor, (Douady, 1996) debe crear las condiciones que producirán a la larga en los alumnos el saber, es decir, plantear las situaciones que harán que los niños elaboren sus propios conocimientos. En el mismo sentido, Hugo Assman en su libro *Placer y ternura en la educación, hacia una comunidad aprendiente* (2002), añade que se deben crear “Nuevos escenarios y nuevas formas pedagógicas para hacer que surjan experiencias de aprendizaje donde estén integradas las nuevas tecnologías no como instrumentos sino como elementos coestructurantes”.

Una aproximación sociocultural del aprendizaje considera que los procesos mentales humanos poseen una relación esencial con los escenarios culturales, históricos e institucionales. Ello posibilita identificar las nociones y los elementos matemáticos incluidos en los módulos como parte de un cuerpo dinámico de conocimientos reconocidos socialmente. Luego el sujeto se convierte en un miembro de una cierta comunidad —el aula de clase de matemáticas—. Esto impone en el sujeto la habilidad para comunicarse en el lenguaje de la comunidad —del grupo colaborativo— y actuar de acuerdo a sus normas particulares, en este sentido, las normas se negocian en el proceso de consolidación de la comunidad.

En este mismo sentido se comparte con Godino y Batanero (1994) que los objetos matemáticos, “deben ser considerados como símbolos de unidades culturales, emergentes de un sistema de usos ligados a las actividades de resolución de problemas

que realizan ciertos grupos de personas y que van evolucionando con el tiempo”. De este planteamiento se desprende el hecho que el significado de un elemento matemático está íntimamente ligado a los problemas y a la actividad realizada para su resolución, por lo que es imposible reducir dicho significado a su mera definición matemática.

Godino y Batanero (1998), “como el conjunto de factores del mundo extra e intralingüístico que soportan y determinan la actividad matemática, y por tanto, la forma, la adecuación y el significado de los objetos puestos en juego en la misma”.⁵

En otras palabras, las dimensiones culturales y sociales no son condiciones periféricas del aprendizaje matemático sino parte intrínseca del mismo, es decir, los procesos culturales y sociales son parte integrante de la actividad matemática. Bauersfeld (citado por Godino y Llinares, en prensa) postula que la interacción sociocultural puede esquematizarse en: (a) el profesor y los estudiantes constituyen interactivamente la cultura del aula; (b) las convenciones y convenios tanto en lo relativo al contenido de la disciplina, como en las regularidades sociales, emergen interactivamente; (c) el proceso de comunicación se apoya en la negociación y los significados compartidos.

4. Logros y dificultades

Logros. La presentación a los educandos de esta experiencia innovadora de aprendizaje, generó en ellos variaciones positivas en la forma de afrontar los retos que les impone el área, se han observado estudiantes más críticos, auto-reflexivos, comprometidos con su aprendizaje y responsables con sus deberes.

La inclusión de los recursos informáticos dispuestos en la plataforma LMS, el uso del diario de ingeniería, las formas de agrupamiento, posibilitaron el alcance de las expectativas de aprendizaje planificadas. El papel del docente como facilitador y mediador fue importante, porque el estudiante se sintió valorado y actor principal de su aprendizaje.

Durante la implementación de los módulos se ha podido observar el desarrollo de expectativas de aprendizaje, en términos de capacidades de tipo cognitivo en matemáticas, tecnología, ingeniería y física. A continuación se muestra una breve descripción de algunas de ellas:

En cuanto a la matemática:

a) el estudiante usa diferentes representaciones semióticas de elementos de la geometría para calcular datos que deben incluir en la programación del robot, utiliza relaciones geométricas como el área del círculo, volumen de cilindros, longitud de la circunferencia, ángulos, identifica diferentes clase de ángulos, realiza conversiones de medidas, entre otros.

b) desarrolla el algoritmo de la solución de ecuaciones lineales con una incógnita, para calcular distancias, tiempos, número de rotaciones, ángulos, entre otros. Hace

⁵ El contexto puede describirse como el marco o escenario en que se desarrolla la actividad matemática, y que viene caracterizado por: sus elementos interpretativos (convenciones, reglas) e instrumentales (recursos tecnológicos); su organización interna, esto es, la naturaleza sistémica de las relaciones entre sus elementos; y su asociación a sistemas expresivos que requieren traducciones mutuas.

transposición de términos; Reduce términos semejantes. Halla el valor de la incógnita. Identifica una fórmula como una clase de ecuación lineal



Figura1: Construcción de prototipos

c) utiliza la estadística para analizar datos, calcula promedios, determina la moda, organiza los datos en tablas de frecuencias para datos sin agrupar. Realiza gráficos que representan variables cualitativas y cuantitativas. Calcula índices de error, establece inferencias acerca de una población real.

d) Mapea movimiento en espacios bidimensionales usando el sistema de coordenadas cartesianas.

En cuanto a la ingeniería: (a) utiliza el lenguaje de programación robotC para comunicarse con el robot a través del puerto USB; (b) utiliza los comandos del lenguaje natural para programar los comportamientos simples y complejos del robot; (c) Desarrolla diagramas de flujo para mostrar una secuencia adecuada de una tarea. (d) escribe pseudocódigos para expresar lo planificado en los diagramas de flujo. (e) Programa robots para responder a comandos remotos. (f) Construye accesorios para el robot, como pinzas o donde se instalan los sensores; (g) escribe e implementa algoritmos o códigos para mover el robot distancias determinadas; (h) Usa el proceso de ingeniería para desarrollar retos, desarrollar el plan de ejecución y la construcción del prototipo.

Las actividades planificadas para cada módulo han sido llevadas a cabo, favoreciendo el desarrollo de los objetivos propuestos. La verificación de las expectativas nos permite inferir que las tareas han contribuido al desarrollo de competencias como, el uso del “Lenguaje simbólico”, “Representar”, “Comunicar” y “Usar material manipulativo y tecnológico”, “Resolver problemas”.

Dificultades. Durante la implementación del proyecto, se ha encontrado que los tiempos que requieren los estudiantes de la institución Adolfo León Gómez son sustancialmente mayores, comparados con los tiempos establecidos en el diseño de las actividades de aprendizaje, dadas por Carnegie Global Learning. La adaptación a nuevas metodologías, la amplitud de las actividades, el diligenciamiento algunos de los instrumentos de evaluación como las rubricas, implican un retraso en los tiempos planificados. Por otro lado, algunas de las actividades extra-clase no se pueden desarrollar en casa, porque los estudiantes no cuentan con el recurso del internet para ingresar a la plataforma y/o acceder a los diferentes recursos de interés.

Otro punto débil es la redacción de algunas instrucciones en los enunciados de las secuencias de actividades, no son claras y suficientes para que los estudiantes las aborden de forma autónoma. Cabe resaltar que el nivel de léxico del estudiante promedio en la institución, no es muy alto y la competencia lectora se ha desarrollado en un nivel básico.

Se encontró que las actividades extracurriculares que deben cumplirse en el colegio interfieren también los procesos llevados en la planificación de una sesión de clases.

La conectividad en un aula prototipo de una institución oficial como en la que se ha estado implementado el proyecto es muy limitada, razón por la cual, no todos los escolares pueden ingresar a la plataforma al mismo tiempo. Para el año 2015, se ha estado trabajando con una intranet, que ha permitido mejores resultados.

5. Reflexión final

El nivel de detalle usado en el diseño de las actividades en el LMS, permite abordar cada uno de los elementos y variables que intervienen en el proceso de comprensión y aprendizaje de un lenguaje de programación de robótica.

Las actividades propuestas fomentan el uso de las TIC y de otros materiales, esto hace que se incremente la motivación, la autoestima y las expectativas de éxito en las matemáticas

La propuesta de este programa está conformada por una secuencia de actividades que involucran una metodología que favorece el aprendizaje constructivo a nivel individual y grupal, pues contribuye a crear zonas de desarrollo próximo y a fortalecer el establecimiento de acuerdos la toma de decisiones ante los retos planteados.

El programa STEM es flexible en la medida que el profesor puede modificar las actividades, tomando decisiones pedagógicas que consideran el contexto escolar y las características de sus estudiantes. Permitiendo de esta manera que el aprendizaje sea de calidad, efectivo y significativo de los contenidos y objetivos planificados.

Esta metodología, permite que los estudiantes desarrollen capacidades de tipo cognitivo, afectivo y social, accediendo a que los estudiantes participen en prácticas significativas y proporcionando el acceso a recursos que refuerzan su participación, que amplían sus horizontes y los conducen por caminos de aprendizaje en los que pueden participar en acciones, discusiones, reflexiones y toma de decisiones que influyen en

su proceso de aprender y conocer, lo que convierte a cada grupo y al aula en general en una comunidad de práctica. En este orden de ideas, podemos decir que la aplicación de proyectos como STEM, establecen la relación de la matemáticas con otras disciplinas, permeando el fundamento socioepistemológico y contribuyen al fortalecimiento de las matemáticas como una práctica sociocultural.

Los instrumentos de evaluación diseñados y el diario de ingeniería permiten recoger información sobre los niveles de logro de los aprendizajes y permite implementar estrategias como: (a) activar los conocimientos previos de los estudiantes; (b) reconocer los niveles de avance y progreso de los grupos. (c) identificar las dificultades y errores en que incurren los estudiantes, con el fin de contribuir a su superación; (d) reconocer los contextos más favorables en donde acontecen los aprendizajes; (e) promover la retroalimentación y reflexión en los procesos de aprendizaje; (f) favorecer la comunicación entre estudiante-profesor.

La experiencia ha enriquecido mi práctica docente en la medida que me ha dado herramientas para la implementación y la evaluación de secuencias de actividades de enseñanza y aprendizaje de elementos matemáticos en situaciones didácticas, reales y significativas.

6. Referentes

- Assman, H. (2002). *Placer y ternura en la educación*. Hacia una sociedad aprendiente. Narcea S.A de ediciones.
- Chevallard, (1998), *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*, Madrid: Aique, Traducción al español por Claudia Gilman.
- Douady, R. (1996), *Ingeniería didáctica y evolución de la relación con el saber en las matemáticas de College-Seconde*, En: La enseñanza de las matemáticas: Puntos de referencia entre los saberes, los programas y la práctica. Paris: Topique, p. 241-256.
- Godino, J. y Batanero, C. (1994), *Significado institucional y personal de los objetos matemáticos*, En: Recherches en Didactique des Mathematiques, Vol. 14, no 3: 325-355.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Granada, España: Departamento de Didáctica de la Matemática
- Marín, A. y Lupiañez, J. (2005). *Principios y estándares para la educación matemática: una visión de las matemáticas escolares*. Servicio de Publicaciones de la S.A.E.M Thales Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada
- Ponte, J.P. (2004). Problemas e investigaciones en la actividad matemática de los alumnos. En J. Jiménez, L. Santos y J.P. Ponte (Coords.) *La actividad matemática en el aula* (pp. 25-34). Barcelona, España: Graó.
- Vergnaud, G. (2000). *El niño, las matemáticas y la realidad*. México: Trillas.
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad*. Paidós.

Zabala, A. (1993). *Los enfoques didácticos en "El constructivismo en el aula"*. Coll,C.
(ed) Barcelona, Grao