

**GOBIERNO DEL ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN**

**ESCUELA NORMAL SUPERIOR DEL ESTADO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON ACENTUACIÓN EN EDUCACIÓN
OBLIGATORIA**



PROPUESTA DE INNOVACIÓN

**LA ROBÓTICA EDUCATIVA PARA INCENTIVAR EL
APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS**

**PRESENTA:
MARÍA CÁMARA HINOJOSA**

**TUTORA DEL PROYECTO:
DRA. MA. GUADALUPE RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

CARTA DE LIBERACIÓN

AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

A Dios por ponerme en el camino de la docencia y por permitirme continuar con mi preparación profesional.

A mi familia, a mi esposo porque siempre me motiva a superarme y a él y a mis hijos porque me cedieron tiempo que hubiera dedicado a ellos; a mis padres Heberto y Alma, aunque ya no estén aquí, porque siempre dieron ejemplo de trabajo y lealtad.

A los directivos de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”, a la Profra. María Elena Cervantes Saucedo por ser la gestora del material utilizado en esta investigación y al Profr. Ramiro Morales Valdés por las facilidades otorgadas para la realización de las actividades didácticas, y a mis compañeros maestros por su disposición.

Por la realización de este proyecto, agradezco muy especialmente a mi asesora, la Dra. Ma. Guadalupe Rodríguez González.

DEDICATORIA

A Joaquín, mi esposo y a mis hijos Joaquín, Natalia y María.

A mis alumnos, por quienes siento un profundo respeto y compromiso.

ÍNDICE

CARTA DE LIBERACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
RESUMEN	VIII
INTRODUCCIÓN	IX
I. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO	12
1.1 Localización física y descripción del contexto escolar	12
1.1.1 Características del entorno escolar	12
1.1.2 Características de la escuela	13
1.1.3 Características de la población participante	13
II. CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA GENERADOR DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN.....	15
2.1 Preocupación temática	15
2.2 Antecedentes teóricos	16
2.3 Antecedentes prácticos (Diagnóstico) y formulación del proyecto	19
III. CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN	22
3.1 Referentes teóricos	22
3.2. Estrategia de solución.....	27
3.3 Hipótesis de acción	28
3.4 Plan de acción	28
3.4.1 Objetivos y metas	28

3.4.2 Etapas y actividades y cronograma	29
3.4.3 Recursos humanos, económicos, materiales y de infraestructura	30
3.4.4 Estrategia(s) de evaluación.....	31
IV. PRÁCTICA REFLEXIVA.....	32
4.1 Ciclo reflexivo de Smyth	32
4.1.1 Descripción.....	32
4.1.2 Inspiración.....	34
4.1.3 Confrontación	35
4.1.4 Reconstrucción ¿Cómo podría hacer las cosas de otro modo, ¿cómo podría cambiar?.....	35
4.2 Reflexiones sobre el desarrollo de competencias profesionales	37
V. Evaluación del proyecto de innovación	39
5.1 Indicadores de éxito e innovación	39
5.2 Estrategias de evaluación	39
5.3 Instrumentos de evaluación.....	40
5.4 Evaluación general del proyecto y conclusiones	46
VI. Referencias bibliográficas.....	48
VII. Anexos.....	51
Anexo 1. Resultados de cálculo mental de SisAT	51
Anexo 2.Cronograma	52
Anexo 3. Material para el alumno.....	55
Anexo 4. Guía para el maestro.....	58
Anexo 5. Rasgos del perfil de egreso de la maestría	60
Anexo 6. Evidencias de la ejecución del proyecto	62

ÍNDICE DE TABLAS

Ilustración 1 Cantidad de alumnos por tipo de participación por grupo	44
Ilustración 2 Percepción de la dificultad del cálculo mental trabajado sin robótica	45
Ilustración 3 Percepción de la dificultad del cálculo mental trabajado con robótica ...	46

RESUMEN

La asignatura de matemáticas es una de las que presentan mayor dificultad, la mayoría de los alumnos de segundo grado de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos” manifiesta que lo que les resulta más complicado es el cálculo mental, de acuerdo con el Sistema de Alerta Temprana (SisAT), éste es uno de los elementos fundamentales para no abandonar los estudios, por lo que su consolidación es sumamente relevante.

La robótica educativa es una herramienta que puede usarse para apoyar el aprendizaje en general, la programación fortalece el pensamiento lógico de forma divertida, permitiendo desarrollar el pensamiento abstracto y emplearlo al manipular materiales concretos, asimismo, fortalece en los estudiantes diversas habilidades y actitudes necesarias para resolver problemas.

El objetivo central del proyecto consistió en demostrar que mediante la metodología de trabajo de los robots de Lego se acrecientan las habilidades para el manejo del cálculo mental y se mejora la percepción sobre su facilidad en los alumnos. Se propuso una actividad consistente en quince problemas, se compararon los resultados obtenidos en dos modalidades: la primera, mediante la resolución de los problemas de la forma habitual, es decir, de manera individual, con ejercicios dictados por el docente y donde el alumno escribe la respuesta en una hoja de papel; la segunda se realizó con los alumnos organizados por equipo, en el centro de cómputo, utilizando robots de Lego, donde debían determinar mediante el diálogo y la argumentación del razonamiento del cálculo mental los valores para la programación o la predicción del movimiento del robot, posteriormente hacían la comprobación física de sus respuestas.

El incremento en el número aciertos y la mejora en la percepción sobre la facilidad del cálculo mental en los grupos en que se realizó la práctica de robótica fue apreciable con respecto a los grupos en que se manejó de forma ordinaria, lo que permite afirmar que la robótica es una herramienta pedagógica bastante útil para este fin.

Palabras clave: matemáticas, robótica educativa, cálculo mental.

INTRODUCCIÓN

Las matemáticas en general y el manejo del cálculo mental en particular son sumamente útiles para enfrentar situaciones diversas de la vida cotidiana, desde decidir cuál es la mejor opción de compra hasta para estimar cantidades o medidas para la elaboración de algún producto, a su vez, su reforzamiento permite consolidar los conceptos numéricos y mejorar en las operaciones y sus propiedades, además de ejercitar el cerebro, estimula la memoria y la capacidad de análisis y síntesis; desafortunadamente es un aspecto que en muchos casos se ha dejado de lado debido al uso de calculadoras y teléfonos inteligentes. Por su parte, mediante el uso de robots educativos en las aulas se puede complementar la enseñanza, al operar de forma lúdica se despierta el interés y la motivación en los alumnos y por ser una herramienta donde convergen varias disciplinas, permite el aprovechamiento de las tecnologías de la información para la comprensión de diversas ciencias, las matemáticas entre ellas.

El propósito principal del presente proyecto fue facilitar el aprendizaje del cálculo mental con el apoyo de la programación de robots de Lego en alumnos de segundo grado de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”. Esta inquietud surgió a partir de dos realidades, por un lado, los pobres resultados obtenidos en cálculo mental durante la aplicación de los ejercicios del SisAT, así como por observación del agente innovador y por referencias del alumnado de la dificultad que las matemáticas les implica; por otra parte también es cierto que el uso de robots educativos entusiasma a los adolescentes, tiene la ventaja de que el alumno pasa a ser el protagonista de la clase, quien utiliza su creatividad mientras convive con la tecnología; es por esto que se propone que la robótica sea aprovechada para generar una mejora en los aprendizajes básicos que llevará a los estudiantes a progresar en su desempeño académico y finalmente en sus aptitudes para la vida.

Esta investigación se basa en la investigación-acción, la metodología de indagación se efectuó por medio de encuestas a los alumnos de un grupo de segundo grado de secundaria y con una entrevista semiestructurada con su docente de matemáticas, de lo que se obtuvo que la parte menos favorecida de esta asignatura era el cálculo mental y que la robótica es una forma de trabajo que se les facilita a los estudiantes. Se diseñó

un proyecto consistente en tres fases, la primera estriba en determinar el nivel de cálculo mental que logran los alumnos de los grupos de contraste mediante los ejercicios que se realizan habitualmente en la escuela y conocer su percepción en torno a la dificultad de este; la segunda radica en emplear la metodología de trabajo de la robótica para que los alumnos de los grupos de estudio respondan a los problemas de cálculo mental y establecer un comparativo con los resultados de la fase uno; la fase tres se basa en las respuestas que proporcionan los estudiantes de los grupos de estudio sobre la actividad realizada y su apreciación de la dificultad del cálculo mental, ahora trabajado con de manera conjunta con la robótica.

El presente documento se presenta en cinco apartados en donde el apartado uno refiere que la investigación se llevó a cabo con alumnos de segundo grado en la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”, la cual se ubica en la periferia de la ciudad de Ramos Arizpe, Coahuila, una ciudad de norte de México que se reconoce por su industria; la población participante cuenta con una edad entre los 13 y 14 años, pertenece a un nivel socioeconómico bajo y se ubica, en su mayoría, en el nivel que requiere apoyo para el cálculo mental.

En el apartado dos se aborda el tema de la preocupación temática, misma que busca favorecer el pensamiento lógico matemático de los estudiantes mediante el uso de robots educativos, valiéndose del trabajo en equipo y del análisis, razonamiento y argumentación para definir los valores en los parámetros de programación del robot. Conforme a la revisión de investigaciones relacionadas con la presente, se destaca la utilidad de la robótica para comprender conceptos abstractos, para usarse como apoyo al aprendizaje y a la eficiencia en lograr en los estudiantes la mejora de conocimientos, habilidades y destrezas; asimismo, se remarca que se deben buscar estrategias para que los alumnos comprendan la función de las matemáticas y que deben favorecerse los procesos de razonamiento, argumentación y visualización para lograr el aprendizaje. El proyecto plantea conocer en qué medida la robótica educativa impacta en el aprendizaje del cálculo mental.

El tercer apartado integra la construcción del proyecto de innovación; un robot es un aparato electromecánico que consta de motores y sensores que pueden programarse

para realizar una tarea específica, la robótica educativa se refiere a las actividades pedagógicas que ayudan a fortalecer algunas áreas del conocimiento, generando conocimiento y desarrollando habilidades y valores en el alumno por medio del diseño, armado y programación de robots; por su parte, la matemática es la ciencia que estudia los números, figuras, símbolos y sus relaciones, su objetivo en la escuela es la resolución de problemas y su aplicación para desenvolverse en la vida diaria. Este proyecto propone que la programación de robots de lego incrementa las habilidades de los estudiantes de secundaria para el cálculo mental, supone que determinar los valores en los parámetros del programa genera un análisis numérico que deberán conversar en equipo y que por la visualización del desplazamiento del robot comprobarán sus respuestas, dando a los estudiantes la ubicación espacial que les permita comprender los números y sus operaciones.

En el apartado cuatro se realiza una reflexión de los aspectos más relevantes de la investigación, empleando el ciclo de Smyth (1991) se analizan los niveles de Descripción, Inspiración, Confrontación y Reconstrucción. En la puesta en práctica del proyecto se utilizaron nueve cajas de Lego Mindstorms Education EV3 para resolver quince problemas de cálculo mental, con la actividad los alumnos entendieron la relación entre la programación y el movimiento del robot, encontrando la lógica y una aplicación del cálculo mental, además de que los comentarios con sus compañeros para determinar la respuesta permitieron enriquecer el aprendizaje, esto se respalda con las teorías del constructivismo de Piaget, del construccionismo de Papert y sociocultural de Vygotsky.

Finalmente, el apartado cinco se refiere a la evaluación del proyecto de innovación, donde se destacan diversos indicadores de éxito, tales como el incremento a más del doble en el número de aciertos con respecto a los grupos de contraste, a la mejora en la percepción sobre la dificultad del cálculo mental y al aumento del conocimiento de la programación del robot; pero también en el sentido humano de la ayuda y cooperación entre compañeros.

I. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

En este apartado se describen las características del entorno escolar, de la escuela y de la población participante en la investigación.

1.1 Localización física y descripción del contexto escolar

La Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”, clave 05DES0073D, perteneciente a la Secretaría de Educación en el Estado, en particular a Secundarias Generales del control Federalizado, es una institución pública que labora en el turno matutino; está localizada en la calle San Jorge #1170, colonia Santa Fe; en la ciudad de Ramos Arizpe, Coahuila.

1.1.1 Características del entorno escolar

La economía de la localidad se basa principalmente en la industria; de acuerdo con el sitio web Pueblos América (s.f.) la ciudad cuenta con esta infraestructura:

- *Servicios educativos.* Jardines de niños, primarias, secundarias, bachilleratos o preparatorias, una universidad tecnológica y un CAM. En Ramos Arizpe el 1.54% de la población es analfabeta, el grado de escolaridad es de 9.72.

- *Servicios primarios y equipamiento de las casas.* Existen 24,336 viviendas; el 99.5% cuentan con electricidad, el 99.3% tienen agua entubada, el 99.6% tiene sanitario, el 82.3% radio, el 97.9% televisión, el 58.8% automóvil, el 32.5% una computadora personal, el 43.2% teléfono fijo, el 78.6% teléfono celular, y el 21.9% Internet.

La escuela está enclavada en la periferia de la ciudad, en su extremo sureste; las casas aledañas son pequeñas, están construidas con bloques y son todas muy semejantes porque fueron vendidas por una constructora, cuentan con todos los servicios primarios, las calles están pavimentadas; existe una ciber-biblioteca que se localiza aproximadamente a tres kilómetros del plantel; no existen en la colonia parques, áreas verdes o canchas que favorezcan el desarrollo de habilidades, ni instituciones que ofrezcan cursos extraescolares por las tardes.

1.1.2 Características de la escuela

La organización escolar se conforma por la directora, actualmente con incapacidad; el subdirector con funciones de director; planta docente completa, tres prefectos, personal administrativo, sociedad de padres de familia, sociedad de alumnos; el personal de la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER), lo integran dos pedagogas, una psicóloga, una trabajadora social y una comunicóloga. Actualmente se atienden doce grupos con alrededor de 40 alumnos cada uno, en los tres grados existen cuatro secciones.

La escuela tiene dos edificios de dos plantas donde se ubican las aulas de grupo, oficina para dirección y personal administrativo, sala de maestros, centro de cómputo y área del personal de apoyo educativo. En otro edificio se encuentra contraloría y las áreas de Lego y lectura. Existen diversas canchas, patio cívico con techo de estructura metálica, áreas verdes, estanquillo, foro; los baños de mujeres y hombres tienen cuatro sanitarios regulares y uno para personas con discapacidad.

En el plantel educativo se imparten las tecnologías de informática y ofimática, que comparten un aula con 21 computadoras con acceso a internet; en informática se trabaja también con nueve cajas de Lego Mindstorms EV3 y su entorno de programación consta del módulo LabVIEW instalado en las computadoras.

1.1.3 Características de la población participante

La población participante se concentra en los grupos de segundo grado, los alumnos tienen una edad entre 13 y 14 años, quienes han realizado algunas prácticas de robótica durante el pasado y el actual ciclo escolar.

Con base en un estudio socioeconómico realizado por el personal de la USAER, se sabe que alrededor del 10% de los alumnos que asisten a esta escuela pertenecen a una familia que se desenvuelve en un nivel catalogado como medio, en tanto que el resto se ubica en el rango bajo; son hijos de obreros, empleados de bajo rango, amas de casa que no terminaron la secundaria, comerciantes. Casi todos residen con ambos padres o con uno de los progenitores y el padrastro o la madrastra, en mucha menor

medida, el 1%, se encuentran bajo la tutela de sus abuelos o tíos. Una cuarta parte de estas familias cuentan con casa propia, mientras que el resto la renta. En todos los grupos se presenta al menos uno de estos problemas: drogadicción, embarazo temprano, violencia familiar, apatía hacia la escuela; también se cuenta con alumnos respetuosos y dispuestos a aprender. Generalmente, las familias se involucran poco o nada en el aprendizaje de sus hijos. De acuerdo con la experiencia del personal de la USAER en esta escuela, la situación expuesta es permanente debido a que la expectativa de superación de los padres es baja, por lo que no se refleja una mejora económica.

Mediante una encuesta aplicada a inicio del ciclo escolar en la clase de Tecnología, se conoce que aproximadamente la mitad de los alumnos cuentan con computadora o aparatos similares en su casa, de los cuales alrededor de la tercera parte tiene acceso a internet, sin embargo, los usan con fines de entretenimiento; ninguno de los estudiantes ha llevado cursos de robótica fuera de la escuela. Los resultados de diagnóstico de cálculo mental del SisAT, aplicado a inicio de ciclo escolar, indican que solo el 2.5% de los alumnos tiene el nivel esperado, el 16.8% está en desarrollo y el 75.7% requiere apoyo.

II. CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA GENERADOR DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

En el presente apartado se describe la idea que preocupa al agente innovador con relación a su práctica profesional, asimismo, se incluyen los antecedentes teóricos y prácticos, es decir, el diagnóstico que da origen a la investigación.

2.1 Preocupación temática

La asignatura de matemáticas ha sido considerada una de las que presentan mayor dificultad en la escuela secundaria, esto tiene varias causas: la gran cantidad de contenidos abstractos que maneja, poca vinculación de los temas con el mundo real sin que los estudiantes les encuentren utilidad, enfoque memorístico en la enseñanza, tensión porque no se entiende, todo esto redundando en bajo aprovechamiento. Por otro lado, una de las características de la robótica educativa, es que puede ser usada como una herramienta para el apoyo del aprendizaje en diversas ramas del conocimiento, su rasgo más útil, la programación, permite estimular el pensamiento lógico formal de una manera atractiva para el educando, la observación de las reacciones del robot, propician que la interacción entre los pensamientos concreto-abstracto se realice de una manera inherente.

Con base en lo expuesto en el párrafo anterior, en esta investigación acción se busca fortalecer el pensamiento lógico matemático de los estudiantes mediante las características de trabajo de la robótica educativa, tales como el trabajo en equipo, el análisis, el razonamiento y la argumentación de los valores en los parámetros de la programación del robot y la posterior visualización de su comportamiento.

Conforme a la clasificación de Barraza (2013, pp. 37-40), la preocupación temática se considera empírica, debido a que parte de la observación de los resultados de la asignatura de matemáticas y del laboratorio de robótica; específica, porque se conocen los aspectos que se abordarán -matemáticas y robótica-; contrastadora de supuestos, porque se observará si la robótica es capaz de mejorar las habilidades matemáticas y la percepción de su dificultad en los alumnos.

2.2 Antecedentes teóricos

Se presentan a continuación los resultados de la revisión de investigaciones relacionadas directamente con el objeto de estudio “La robótica educativa para incentivar el aprendizaje de las matemáticas”, con la finalidad de asentar su estado del arte.

Dentro de las investigaciones realizadas a la postre de la presente, se integra la de Moreno (2012) que incide al concebir a la robótica educativa como una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías, a lo que enuncia que la robótica puede ser “una herramienta excelente para comprender conceptos abstractos y complejos en el área de las ciencias y las tecnologías” (p. 74). La recopilación de datos se realizó a través diversas encuestas, mismas que fueron aplicadas al inicio y al finalizar el proyecto a docentes y estudiantes; la investigación fue de tipo experimental, empleando muestras representativas y metodología cuantitativa para analizar los datos. Dentro de los hallazgos se visualiza que, al enseñar a través de la robótica, pueden existir varios enfoques: “como objeto de aprendizaje, como medio de aprendizaje o como apoyo al aprendizaje” (p. 79), el último de ellos refiere que la robótica es usada en el aula como herramienta para favorecer el acercamiento a los contenidos de una manera diferente, y que por sus características facilitan el aprendizaje por indagación.

Asimismo, la investigación de Bravo (2012) señala la importancia de la tecnología en el proceso de formación de la niñez y la juventud e indica las etapas que se deben afrontar al implementar proyectos de robótica educativa en el aula. Los datos fueron recopilados mediante una investigación documental y la observación, la metodología es de corte cualitativo, empleándose el estudio de casos. Los hallazgos señalan que “a través de la robótica educativa el docente puede desarrollar de forma práctica y didáctica aquellos conceptos teóricos que suelen ser abstractos y confusos para los estudiantes” (p. 124), asimismo destaca las etapas del proceso de implementación de proyectos de robótica educativa, indicando en la segunda de ellas:

Aplicar la robótica en el aula de clase requiere un cambio en las prácticas pedagógicas. Se debe dejar a un lado el esquema tradicional del aula de clase, donde el papel y el lápiz tienen el protagonismo principal y establecer una nueva metodología de aprendizaje que fortalezca los procesos de enseñanza-aprendizaje del estudiante a través del uso de prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos (pp. 127-128).

Además, en la cuarta etapa menciona que no es suficiente contar con las herramientas de la robótica para generar ambientes de aprendizaje, sino que éstas se deben acompañar de buenas prácticas pedagógicas que contribuyan a la construcción del conocimiento de los estudiantes (p. 129).

Por otra parte, el estudio efectuado por Pittí (2014) concuerda con el presente al mencionar que por medio de las actividades de la robótica educativa se pueden atender los procesos de enseñanza-aprendizaje conceptuales, procedimentales y actitudinales; los autores realizaron un estudio exploratorio de tipo descriptivo con metodología cuantitativa, para recoger datos diseñaron una encuesta en línea dirigida exclusivamente a los docentes e instructores. En sus hallazgos detectaron necesidades urgentes, tales como ampliar la oferta de cursos de formación de robótica educativa y que los docentes tengan una mayor disponibilidad de guías didácticas que faciliten su labor; de igual manera, señalan que con el empleo de los robots “Se registra que un 90% de los docentes percibe una mejora importante en los aprendizajes de sus alumnos” (p.46), remarcan que entre las actividades de aprendizaje exigidas a los alumnos durante las prácticas de robótica destacan las de tipo analítico, donde se favorece el aprendizaje procedimental -habilidades y destrezas- más que el memorístico; asimismo, los autores observan que se obtiene un aprendizaje más significativo cuando los contenidos se trabajan con la combinación de atributos de la robótica -tecnológico, activo, manipulativo, colaborativo, constructivo, intencional, reflexivo, contextualizado, conversacional, complejo- en lugar de trabajarse de manera aislada.

También se integra la investigación de Arreguín (2012) que concuerda con la presente al indicar la necesidad de buscar estrategias curriculares para que los alumnos

comprendan la función de las matemáticas, indica además que en la prueba PISA, propuesta por la OCDE “los estudiantes mexicanos han mostrado un desempeño bajo, comparado entre los países del este organismo internacional” (p. 265). Los autores utilizaron una metodología cualitativa, con investigación de estudio de casos; los datos fueron recabados mediante la investigación documental del tema, observaciones de la práctica en el aula a través del uso de la bitácora, entrevistas semiestructuradas a alumnos y cuestionario a alumnos y a la profesora investigadora. En los hallazgos se determina que las competencias matemáticas se desarrollan a través del trabajo en equipo, utilizando diversos recursos como conocimientos disciplinarios e interdisciplinarios y movilizandolos conocimientos, habilidades -trabajo colaborativo, análisis, interpretación, organización- y valores -responsabilidad del trabajo colaborativo, solidaridad, respeto, esfuerzo-, así como el uso de la demostración para argumentar sus razonamientos.

Por último, la investigación de Gamboa (2010) incide al señalar que “las clases de geometría en la educación secundaria se han basado en el sistema tradicional de enseñanza, donde los docentes presentan la teoría, desarrollan ejemplos y aportan los ejercicios que deben ser resueltos por los estudiantes” (p. 125); para la recopilación de datos se aplicó un cuestionario dirigido a estudiantes, con el propósito de conocer su opinión y elaborar un diagnóstico sobre la situación actual de la enseñanza y aprendizaje de la geometría en la educación secundaria en Costa Rica; emplearon una metodología cuantitativa para el procesamiento de los datos. Los principales hallazgos señalan que:

las lecciones de geometría se han desarrollado de manera abstracta, sin proporcionarles a los estudiantes ejemplos reales que les faciliten un mejor entendimiento de los contenidos y donde estos tienen que recurrir a memorizar las demostraciones de los teoremas o las formas de resolver los problemas... la enseñanza de la geometría se ha desvirtuado y se han dejado de lado los procesos de razonamiento, argumentación y visualización, los cuales son trascendentales para el aprendizaje (p.140).

Es por ello por lo que el docente debe promover actividades para que los estudiantes obtengan conclusiones derivadas del aprendizaje por descubrimiento y donde apliquen los contenidos a situaciones reales.

2.3 Antecedentes prácticos (Diagnóstico) y formulación del proyecto

En esta sección se integra la descripción de la situación diagnóstica o identificación del problema, se incluye el diseño metodológico usado para construir el problema, que incluye: el tipo de la investigación realizada, los criterios de selección de las técnicas para la recolección de información, las características y tipos de instrumentos utilizados, las técnicas para el análisis de información, los hallazgos más significativos y la enunciación del problema.

Esta investigación fue de tipo cualitativo; los datos fueron recabados mediante dos instrumentos, una encuesta aplicada a 33 alumnos del grupo de segundo “C” y una entrevista con el docente a cargo de la asignatura de matemáticas.

Con respecto al instrumento de la encuesta, se consideró la facilidad para recabar información específica de todos los miembros del grupo en un tiempo corto, se aplicó durante la hora de clase; como datos señaléticos que permiten caracterizar la población se incluyeron edad y sexo, la indagación constaba de trece preguntas abiertas relacionadas con su interés, dificultad que representa, temas preferidos y difíciles de matemáticas, así como sobre el atractivo y grado de complejidad para trabajar con la robótica en la escuela, en todas estas se les hizo hincapié en que sus respuestas fueran amplias, con el propósito de conocer sus opinión de manera más detallada, finalmente se incluyó un cuadro de ítems para que calificaran en una escala decimal sobre qué es para ellos saber matemáticas.

Adicionalmente, se realizó la entrevista abierta basada en diez preguntas previamente establecidas con la finalidad de conocer las estrategias de enseñanza, las dificultades que se presentan y los temas que no han sido bien afianzados en cuanto al aprendizaje de su asignatura; se grabó la entrevista para poder recuperar la información de forma conveniente.

Los hallazgos más significativos encontrados a través de ambos instrumentos, identifican que los contenidos del programa de estudios están cubiertos, que a los alumnos sí les gusta cómo se imparte esta asignatura porque su profesor es muy dinámico, su estrategia es abordar cada tema desde diferentes perspectivas, guiar y graduar el aprendizaje a través de una diversidad de actividades y relacionarlo con las diferentes ramas de las matemáticas, sin embargo, las habilidades para realizar cálculo mental no están bien consolidadas, esto se corrobora a su vez con los resultados del SisAT (ver anexo 1).

La utilización de medios tecnológicos como calculadoras, tabletas y teléfonos ha ido desplazando al cálculo mental, sin embargo, diversos autores como Gálvez (2011) señalan que este no debe dejarse de lado, porque es una vía adecuada para desarrollar la atención, la concentración y la memoria, también para familiarizarse con los números utilizando las propiedades de las operaciones; con esto no solo se logra la memorización, como ocurre con las tablas de multiplicar, sino que deriva en un cálculo mental reflexivo o pensado.

Como es sabido, el Sistema de Alerta Temprana (SisAT), permite detectar y atender a tiempo a los alumnos que están en riesgo de no alcanzar los aprendizajes esperados o de abandonar la escuela, por lo que es prioritario intervenir para contribuir a la mejora del aprovechamiento educativo y disminuir los índices de reprobación, rezago y deserción escolares.

Por acuerdo de Consejo Técnico Escolar (CTE), todos los días del ciclo escolar durante la segunda y cuarta hora dentro de las actividades para iniciar bien el día, se llevan a cabo ejercicios de cálculo mental en todos los grupos de la escuela con la finalidad de fortalecer este aspecto, sin embargo, los resultados han sido poco halagüeños, por lo que se requiere implementar estrategias para facilitar a los estudiantes este proceso.

Por otro lado, la escuela cuenta con nueve cajas de Lego Mindstorms EV3, de las cuales casi la totalidad de los alumnos refieren que les resulta atractivo y sencillo para trabajar. La presente investigación analizará la pertinencia de utilizar la programación

de robots como estrategia para mejorar la destreza en el cálculo mental y la percepción de su dificultad.

Al trabajar con esta modalidad, se tiene como fortaleza el trabajo en equipo, lo que permite que entre alumnos se apoyen y aprendan de sus compañeros; adicionalmente, al manipular materiales tangibles, el estudiante puede verificar -mediante la observación del comportamiento del robot- de forma rápida y concreta los resultados de sus operaciones mentales y en caso de error, corregirlo, permitiendo cambiar sus estructuras de pensamiento; mediante la visualización de una experiencia real, el alumno relaciona las operaciones de cálculo mental con su contexto, haciéndolo más entendible, encontrándole una utilidad; por último, el ambiente lúdico que se genera por trabajar con materiales de Lego hace que los alumnos no manifiesten tensión.

Considerando lo anterior, el proyecto se formula a partir del planteamiento de la siguiente interrogante: ¿En qué medida la robótica educativa impacta en el aprendizaje del cálculo mental, en dos grupos de segundo grado de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”?

III. CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN

Este apartado se conforma por los referentes teóricos, es decir, las teorías que fundamentan la investigación; la hipótesis de acción, donde se enuncian las soluciones tentativas del problema identificado; el plan de acción donde se expone el objetivo central, los objetivos específicos y las metas del estudio; finalmente se describen los recursos requeridos para su elaboración y las estrategias de evaluación utilizadas para identificar los avances académicos de los estudiantes involucrados.

3.1 Referentes teóricos

3.1.1. Robótica educativa

3.1.1.1. Conceptualización

La palabra robótica proviene de dos términos checos: *robota* que puede entenderse como “trabajo forzado” y *rabota* que significa “servidumbre”; se refiere a la tecnología que implica el diseño, construcción y programación de robots. Un robot es un sistema electromecánico que puede programarse para imitar el comportamiento de los humanos o de los animales. La robótica combina conocimientos de disciplinas como mecánica, electrónica, informática, matemáticas e ingeniería; su función principal es la creación de dispositivos automáticos que sustituyan a los seres humanos en trabajos difíciles, peligrosos o que requieren mucho grado de precisión.

En el sitio web de Robótica Educativa de México S.A. de C.V. (s.f.) se define Robótica Educativa como “el conjunto de actividades pedagógicas que apoyan y fortalecen áreas específicas del conocimiento y desarrollan habilidades y competencias en el alumno, a través del proceso de concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de robots”.

El uso de la Robótica Educativa permite el desarrollo competencias como resolución de problemas, toma de decisiones, formación científica, conocimiento tecnológico, y aquellas relacionadas con el desempeño personal y social, tales como autonomía, seguridad, autoestima, liderazgo, trabajo en equipo, escucha y comunicación. Las

actividades propias de la robótica en la escuela incluyen el diseño, armado y programación de robots.

3.1.1.2. La robótica como herramienta pedagógica

Mundialmente la robótica se ha ido integrando como estrategia pedagógica, considerándose una herramienta ideal para enseñar diferentes áreas o contenidos. El proceso de enseñanza-aprendizaje tiene un enfoque pedagógico constructivista, se basa principalmente en la actividad de los alumnos para construir su conocimiento; el método del proyecto -ampliamente utilizado- permite la solución de problemas y genera las condiciones para la apropiación de saberes.

Según se afirma en la guía de estudio sobre los enfoques educativos de la Universidad Autónoma Metropolitana en Azcapotzalco (s.f.), el constructivismo afirma que “el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, que se realiza con los esquemas que ya posee y con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea”. Se basa en tres premisas enfocadas al alumno, quien es responsable de su propio aprendizaje, su actividad mental constructiva se aplica a los contenidos que ya posee y reconstruye objetos de conocimiento que ya están contruidos; el papel del docente es de orientador o guía.

La robótica educativa puede utilizarse teniendo como fin el aprendizaje de sí misma, pero también como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje; por sus características del uso de materiales tangibles que propician la comprensión del mundo real y porque su modalidad de trabajo es por equipo se ubica, también, dentro de los enfoques pedagógicos construccionista y la teoría sociocultural de Vygotsky, respectivamente.

Seymour Papert, catedrático del Instituto Tecnológico de Massachusetts, se apoyó de la teoría del constructivismo de Piaget para crear el concepto del construccionismo, el cual está basado en la acción, es decir, del proceder activo en el proceso de aprendizaje; fue el desarrollador del lenguaje Logo y cooperó en la construcción del kit educativo Lego Mindstorms.

En tanto que la robótica se basa en la participación y cooperación entre pares y entre los estudiantes y el docente para lograr el aprendizaje, abarca el enfoque de la teoría sociocultural de Vygotsky con su elemento de la Zona de Desarrollo Próximo, de acuerdo con la cual el desarrollo del alumno se potencializa por la intervención de un adulto o de un compañero más capaz.

Características de la robótica educativa

Según Herrera (2013) diversos estudios sostienen que la robótica es una herramienta efectiva para generar motivación en los estudiantes, siendo utilizada como recurso para evitar la deserción y el desinterés de los jóvenes; su utilización genera retos que los animan a conocer más y a solucionar problemas. El aprendizaje ocurre de manera divertida, ya que mediante la práctica se comprende la teoría; son estimuladas la creatividad -mediante el diseño, construcción y búsqueda de la solución-, la competencia y el interés por aprender, diseñar, crear y programar.

A pesar de que a nivel mundial en gran cantidad de países se ha incluido dentro del currículo escolar y se le da mucha importancia por todas las ventajas educativas que presenta, en nuestro país es subutilizada, siendo básicamente una actividad extraescolar a la que muy pocos niños y jóvenes tienen acceso; habría que añadir la falta de personal capacitado para impartirla y la falta de recursos didácticos -tanto de equipamiento como de guías de actividades- para facilitar el trabajo del docente.

3.1.1.3. Lego Mindstorms EV3

Con referencia al hardware y software utilizado en las aulas, Lego Mindstorms EV3 permite a los estudiantes diseñar, construir y programar robots mediante el uso de motores, sensores, engranajes, ruedas y ejes, entre otros componentes.

Los componentes principales contenidos en la caja son el bloque inteligente EV3 que es el corazón y el cerebro de los robots EV3, batería recargable, dos servomotores grandes, un servomotor mediano, un sensor ultrasónico, un sensor giroscópico, un sensor de colores, dos sensores de tacto y los cables para la conexión entre el bloque con los sensores, motores y computadora. El software de EV3 está basado en

LabVIEW, un lenguaje gráfico de programación que funciona arrastrando y acomodando iconos para formar las instrucciones.

3.1.2. Aprendizaje de matemáticas

3.1.2.1. Conceptualización y objetivo

El origen etimológico de la palabra matemáticas se encuentra en el latín *mathematicalis*, que a su vez procede del griego *mathema*, que puede traducirse como “estudio de un tema”.

La Real Academia Española (2018) define a las matemáticas como “la ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos, como números, figuras geométricas o símbolos, y sus relaciones”. Las matemáticas se dividen en distintos campos de estudio o áreas, tales como la aritmética -estudio de los números-, álgebra -estudio de estructuras-, geometría -estudio de los segmentos y las figuras- y estadística -análisis de datos recolectados-, entre otros.

El objetivo de enseñar matemáticas lo expone de una manera muy clara Ruiz (2011):

No es sólo que los niños aprendan las tradicionales reglas aritméticas, las unidades de medida y unas nociones geométricas, sino su principal finalidad es que puedan resolver problemas y aplicar los conceptos y habilidades matemáticas para desenvolverse en la vida cotidiana.

3.1.2.2. Situación del desempeño en matemáticas de los alumnos de secundaria en México

En un artículo publicado por Melgar (2013) en el periódico Excélsior, indica que

El Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) de la Cámara de Diputados informó que el desempeño de la secundaria es el más bajo de todo el sistema educativo mexicano y que los logros de sus alumnos dejan mucho que desear en el manejo de las matemáticas y el español.

El estudio se realizó con base en los resultados de la prueba ENLACE; del análisis de sus datos se concluye que a pesar de que existen avances, la mayoría de los alumnos de secundaria tienen niveles de dominio “insuficientes” o “elementales” en matemáticas.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) realiza un estudio comparativo por medio del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), donde se constata que los estudiantes en México muestran rezago en comparación a aquellos cuyos países se ubican en economías similares a la nuestra.

El bajo logro de los estudiantes en exámenes internacionales no es nuevo, desde siempre las matemáticas han sido consideradas como una asignatura difícil, Curiel (2013) revela que entre las estrategias para trabajar los problemas de matemáticas se encuentran formar hábitos de estudio en los estudiantes, utilizar las TIC porque esta forma de trabajo se les facilita y les resulta atractivo y relacionar la solución de problemas al contexto cotidiano de los estudiantes; adicionalmente, en el sitio web de Ediciones SM (2015) se aconseja que para enseñar matemáticas en la secundaria se debe promover el trabajo en equipo para que los estudiantes aventajados sean de ayuda con sus compañeros, modelar el proceso de pensamiento y resolución y utilizar más la crítica constructiva.

3.1.2.3. Cálculo mental

Realizar cálculo mental consiste en usar sólo el cerebro para llevar a cabo operaciones matemáticas, sin depender de calculadoras, lápiz o papel. Sostiene Jiménez (s.f.) que a diferencia de las operaciones escritas que tienen una forma determinada para hacerse, el cálculo mental no tiene una manera única para realizarse, sino que existe una gran variedad de enfoques posibles; agrega que “Explorarlos, inspeccionar todas las posibilidades, optar por una de ellas, determinar el orden de actuación, estudiar las transformaciones más apropiadas, valorar el resultado, etc., convierte al cálculo a secas en cálculo pensado” (p. 1), elegir la forma más adecuada de efectuarlo permite formar estrategias de pensamiento en los alumnos, al mismo tiempo de que les permite

desarrollar la atención, la concentración y la memoria, familiarizarse con los números usando sus propiedades -asociativa, conmutativa, distributiva- y compartir estrategias de solución con sus compañeros.

3.1.2.4. Pensamiento abstracto

El pensamiento abstracto es la contraparte del pensamiento concreto, éste se encuentra limitado a lo que puede ser observado y es propio de los niños pequeños; por el contrario, con el pensamiento abstracto se adquiere la capacidad conceptualizar o generalizar. Según Piaget, se desarrolla a partir de los doce años hasta consolidarse cerca de los 15 años.

De acuerdo con Muñoz (s.f.) “El nivel más elevado de pensamiento, el cual se adquiere en la adolescencia, recibe el nombre de pensamiento formal y está marcado por la capacidad para el pensamiento abstracto”; la autora afirma que, de acuerdo con investigaciones llevadas a cabo en Estados Unidos, alrededor de la sexta parte de las personas nunca alcanza la etapa de las operaciones formales, por lo que el ambiente en el que se desenvuelve el adolescente debe ofrecerle oportunidades para la experimentación porque los estímulos educativos y culturales influyen en la madurez intelectual.

3.2. Estrategia de solución

De manera sistemática, en la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”, se aplican ejercicios de cálculo mental durante la segunda y cuarta horas dentro de las actividades para iniciar bien la clase; sin embargo, a pesar de la práctica permanente, los avances registrados en el SisAT han sido poco satisfactorios y la percepción de los alumnos es de que se trata de una actividad difícil donde fallan constantemente.

El aporte del presente proyecto consiste en la utilización de robots de Lego EV3 para fortalecer la comprensión de los problemas de cálculo mental. El estudio se basa en que se debe: cambiar la estrategia de la escuela para mejorar esta destreza, reducir el nivel de tensión que prevalece durante el desarrollo de esta actividad, trabajar el

cálculo mental como una aplicación práctica para la vida cotidiana con el fin de que genere un aprendizaje significativo y que se debe contribuir al desarrollo del pensamiento abstracto en los alumnos.

Por lo que se propone que los alumnos interactúen entre sí para determinar, mediante el cálculo mental, la relación entre los valores en las instrucciones de programación y el movimiento del robot; de esto surgen dos premisas, la primera es que esta situación generará análisis y razonamiento sobre la descomposición numérica que da solución al problema, y la otra es que la visualización con materiales concretos de los problemas matemáticos permite su comprobación y ayuda a la conformación mental que permite entenderlos, ubicando a los alumnos en el espacio y consigue fortalecer, de esta manera, el pensamiento abstracto, es decir, los números y las operaciones cobran sentido.

3.3 Hipótesis de acción

Hipótesis alternativa (H1): la programación de robots de Lego incrementa las habilidades de los estudiantes de secundaria para el cálculo mental, en dos grupos de segundo grado de la Escuela Secundaria General N° 2 “Francisco Coss Ramos” en Ramos Arizpe, Coahuila México.

Hipótesis nula (H0): la programación de robots de Lego no incrementa las habilidades de los estudiantes de secundaria para el cálculo mental, en dos grupos de segundo grado de la Escuela Secundaria General N° 2 “Francisco Coss Ramos” en Ramos Arizpe, Coahuila México.

3.4 Plan de acción

3.4.1 Objetivos y metas

3.4.1.1 Objetivo General

Favorecer el aprendizaje del cálculo mental mediante la programación de robots de Lego en los alumnos de dos grupos de segundo grado de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”.

3.4.1.1.1 Objetivo Específico 1

Mejorar las habilidades para el cálculo mental mediante la programación de robots.

3.4.1.1.1.1 Meta 1.1

El 90% de los alumnos que asistan a la clase de robótica mejoran la cantidad de aciertos en cálculo mental, con respecto al promedio de los grupos de contraste.

3.4.1.1.2 Objetivo Específico 2

Revertir la percepción hacia lo positivo, sobre el aprendizaje de las matemáticas.

3.4.1.1.2.1 Meta 2.1

Reducir en un 50% la percepción de que el cálculo mental es difícil en los grupos que asistan a la clase de robótica con respecto a los grupos de contraste.

3.4.2 Etapas y actividades y cronograma

El plan de trabajo se dividió en tres etapas (ver anexo 2), en la primera etapa se determinó el nivel de dominio del cálculo mental y la percepción sobre su dificultad con los alumnos de los grupos de contraste, la actividad consistió en que el docente dice una por una las quince operaciones matemáticas que debieron calcular, los alumnos de forma individual escribieron la respuesta en una hoja de papel, una vez concluida esta actividad los estudiantes contestaron si les pareció difícil, lo más se les dificultó y cómo hicieron para resolver los problemas, se contempló emplear de 15 a 20 minutos de una clase comprendida entre el 9 y el 13 de abril.

Durante la segunda etapa se determinó el nivel de dominio del cálculo mental y el tipo de participación de los alumnos de los grupos de estudio, una vez que armaron el robot, se realizaron las operaciones de cálculo mental una por una, se especificó que cada equipo debía entablar un diálogo sobre la forma de resolver el problema para que cada uno efectuara el cálculo y anotara el resultado en su hoja del cuestionario, posteriormente programaron el robot y midieron en la regla para verificar su resultado, al finalizar un alumno encargado coevaluó mediante la lista de cotejo la participación

de cada miembro del equipo, se consideraron dos horas clase para esta fase, se contempló realizarla entre los días 11 y 26 de abril.

Por su parte, la tercera etapa permitió conocer la percepción de cada alumno de los grupos de estudio, se les cuestionó sobre su experiencia durante la práctica y la dificultad que les representó trabajar el cálculo mental con esta metodología, se emplearon 15 minutos de la clase posterior a concluir etapa dos, por lo que realizó entre el 17 de abril y el 30 de abril.

3.4.3 Recursos humanos, económicos, materiales y de infraestructura

3.4.3.1 Recursos humanos

Alumnos participantes.

Docente de la asignatura de tecnología.

3.4.3.2 Recursos económicos

Fotocopia del cuestionario y preguntas de cierre, \$ 1.00 por cada alumno.

Fotocopia de la lista de cotejo, \$ 0.50 por cada equipo.

Regla, el total de la impresión de las tres fue de \$ 92.00.

3.4.3.3 Recursos materiales

- Hojas del cuestionario para los alumnos.
- Hojas con preguntas de cierre.
- Hojas de lista de cotejo.
- Lápices.
- Reglas.
- Proyector.
- Computadoras.
- Cajas de ensamble de robots de Lego Mindstorms EV3.
- Software de programación Lego Mindstorms EV3.

3.4.3.4 Recursos de infraestructura

Centro de cómputo.

3.4.4 Estrategia(s) de evaluación

La evaluación del proyecto se realizó por medio de la comparación del número de aciertos en el cálculo mental y la percepción sobre la dificultad de este, de las respuestas obtenidas en los grupos de contraste y los grupos de estudio.

Asimismo, se analizaron los datos vertidos en las listas de cotejo completadas por los estudiantes a manera de coevaluación, mediante la observación directa por parte de la docente durante la clase y las respuestas de los alumnos a las preguntas de cierre.

Los datos fueron capturados en la hoja de cálculo Excel, con la finalidad de facilitar el análisis numérico de los resultados, para finalmente demostrar si hubo mejora en habilidades de cálculo mental y en la percepción de su dificultad.

IV. PRÁCTICA REFLEXIVA

En este apartado se identifican las unidades de análisis vinculadas al aspecto innovador, mismas que refieren a incidencias críticas o a aspectos relevantes. Se emplea el ciclo de Smyth, citado por Mcclean (2013, p.9), para emitir las reflexiones en los siguientes niveles: Descripción, Inspiración, Confrontación y Reconstrucción.

4.1 Ciclo reflexivo de Smyth

4.1.1 Descripción

Las acciones llevadas a cabo derivadas de la investigación “la robótica educativa para incentivar el aprendizaje de las matemáticas” requirieron de tres horas-clase para los grupos de aplicación y 20 minutos para los grupos de contraste. La práctica se realizó durante las sesiones dobles de la asignatura de tecnología en la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos”, del 9 al 30 de abril de 2018 en el laboratorio de cómputo de la escuela, el cual es un salón bastante amplio que cuenta con 21 computadoras, proyector y mesas para el armado de robots.

Se utilizaron nueve cajas de ensamble Lego Mindstorms Education EV3, nueve computadoras de escritorio Lenovo con el software de programación necesario, tres reglas impresas que se colocaron en el piso y una lista de cotejo, estos recursos y materiales fueron utilizados por los alumnos organizados en equipos de dos a cinco integrantes; la hoja de cuestionario y la hoja con las preguntas de cierre se completaron de manera individual (ver anexo 3); también se requirió de una computadora portátil con el programa de Lego Mindstorms EV3 Home Edition, la guía del maestro (ver anexo 4) y un proyector, por parte de la docente.

Originalmente, la actividad estaba planeada para que los grupos de contraste fueran las secciones “A” y “D”, mientras que los grupos de estudio los conformaran las secciones “B” y “C”, no obstante, se anuló la investigación en segundo “B” porque se descargaron más de la mitad de las pilas de los robots durante el transcurso de la práctica, por cuestiones de tiempo -días de asueto, programación de exámenes bimestrales por parte de la escuela, aplicación de actividades de Aprendamos Juntos

Español y Matemáticas solicitados por la Secretaría de Educación del Estado, CTE-, las prácticas de robótica con cálculo mental se realizaron con los grupos de segundo “C” y “D”.

La actividad fue realizada por todos los alumnos que asistieron a la clase de la asignatura de Tecnología el día de la aplicación, 30 para cada uno de los grupos, totalizando 60 estudiantes observados, sin embargo, se presentó una incidencia durante la práctica del grupo de segundo “C”, a un equipo se le descargó el robot casi al inicio, generando entre sus integrantes preocupación y frustración, se les solicitó integrarse cada uno a un equipo diferente, pero se incorporaron todos los miembros del equipo con otro, lo que suscitó que se creara un equipo con ocho personas, al ser demasiado grande, se generó distracción por parte de algunos de ellos.

Como ocurre habitualmente cuando trabajan con la robótica, el resto de los alumnos aceptó de buena manera la actividad, participando activamente; han comentado que les gusta relacionar contenidos de otras asignaturas, manipular materiales y los ejercicios prácticos. Las actividades más significativas fueron la resolución del cálculo mental apoyados por sus compañeros de equipo y la comprobación de sus resultados mediante la programación y medición del movimiento del robot, la expresión en sus caras lo decía todo cuando acertaban, e incluso si la respuesta no era correcta, no se notaba en ellos frustración sino determinación para encontrar la solución.

El papel del docente durante la aplicación de la propuesta fue de orientación y guía, se les exponía de manera verbal el problema que tenían que resolver mentalmente, en muchas ocasiones incluso los alumnos deducían la fórmula, se les instaba a que dialogaran para obtener una respuesta, la programaran y posteriormente la probaran en la regla. Cuando el resultado se alejaba mucho en la comprobación solicitaban ayuda de la maestra para verificar el programa o el manejo del robot, en solo tres ocasiones se asistió a algún equipo para comprender el raciocinio del problema.

El objetivo propuesto se logró en gran medida, dado que a excepción de tres de los cuatro integrantes del equipo que se le descargó el robot, todos incrementaron el número de aciertos con respecto al promedio de los grupos muestra y la mayoría de

los alumnos mejoró su percepción en cuanto a la dificultad del cálculo mental; es poco tiempo y la actividad es corta para afirmar que se logró mejorar la habilidad de los alumnos de manera permanente así como enriquecer su pensamiento abstracto, sin embargo, es una excelente sugerencia para trabajarse a lo largo del ciclo escolar, elevando el nivel de dificultad de las operaciones conforme avance el periodo.

4.1.2 Inspiración

De acuerdo con Arias (2016), se afirma que por medio de la robótica educativa se crean ambientes de aprendizaje basados en la actividad de los alumnos, quienes pueden “concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes proyectos que les permiten resolver problemas y les facilita al mismo tiempo, ciertos aprendizajes”; la idea es utilizar un modelo pedagógico que favorezca la construcción del conocimiento mediante el uso de robots y generar las condiciones para que se apropien de los saberes o de las habilidades numéricas; esto va acorde con las teorías del constructivismo de Piaget y del construccionismo de Papert, el estudiante al actuar en la realidad -en este caso el movimiento del robot conforme a los valores de los parámetros de programación- incorpora, asimila e incrementa su conocimiento, llegando incluso a hacer predicciones. Asimismo, es utilizada la modalidad del trabajo colaborativo, de acuerdo con Vygotsky al conformar equipos pequeños con metas comunes y corresponsabilidad en la solución de problemas se obtiene la co-construcción de nuevos conocimientos o significados.

El bajo nivel de rendimiento demostrado por la mayoría de los alumnos durante el ciclo escolar y los escasos avances en los exámenes internacionales en la asignatura de matemáticas hace necesario plantearse una nueva forma de hacer las cosas, cambiar la idea de fracaso constante en la mente de los estudiantes es imperativo; se debe pasar de la memorización y mecanización al raciocinio y la argumentación, a “entender la realidad”, pero es responsabilidad del docente -y de la escuela- hacer esto interesante para los estudiantes mediante el uso de metodologías novedosas, atractivas y actuales.

El uso de la robótica tiene varias ventajas, entre ellas, permitir integrar diferentes áreas del conocimiento, como lo son las matemáticas y la tecnología; pasar fácilmente entre lo abstracto y lo concreto; la programación fortalece el pensamiento lógico, que es básico para impulsar el aprendizaje de las matemáticas; además el uso de materiales Lego es visto como una actividad lúdica por parte de los alumnos.

En resumen, es necesario cambiar las estrategias educativas tradicionales e innovar la forma de hacer las cosas para obtener resultados diferentes a los actuales; además del ya mencionado uso de las tecnologías de la información, debemos atender al principio pedagógico que señala que la atención debe estar centrada en el alumno, esto es, el aprendizaje no es solo recibir y repetir información, sino la elaboración que realiza el educando por medio de acciones intelectuales.

4.1.3 Confrontación ¿Cómo llegué a ser de este modo?, ¿cuáles son las causas?

La experiencia propia como docente hace considerar sumamente importantes dos aspectos a la hora de impartir una clase y que se reflejan en las prácticas laborales, la primera es crear un clima de aprendizaje adecuado, donde los estudiantes se sientan aceptados, escuchados, cómodos, seguros, a la vez que los contenidos les representen un reto con posibilidades de éxito; la segunda tiene que ver con el sentido que cobran los temas, es decir, la relación de los contenidos nuevos o no comprendidos con los que ya se tienen asimilados; el estudiante debe saber de qué se trata y cuál es el propósito de la actividad.

Al efectuar prácticas como la de esta propuesta, los estudiantes “descubren” hechos que los ayudan a asimilar los temas, se dan cuenta cómo funciona el mundo y lo comentan con sus compañeros, enriqueciendo el aprendizaje.

4.1.4 Reconstrucción ¿Cómo podría hacer las cosas de otro modo, ¿cómo podría cambiar?

En la práctica del presente proyecto de innovación, se distinguieron las siguientes fortalezas: el 95% de los alumnos que la realizaron incrementaron el número de aciertos con respecto al promedio de los grupos de contraste; el promedio de número

de respuestas correctas aumentó en más de cinco; en segundo “D”, el grupo que sirvió como contraste y aplicación todos los alumnos incrementaron el número de aciertos, incluso en todos los equipos se observa que el número de aciertos fue mayor con el uso de la robótica que el número máximo de aciertos individual de los miembros del equipo; por lo que es notable el avance en el manejo del cálculo mental .

Respecto a la percepción de los alumnos sobre su manejo del cálculo mental, la gran mayoría considera que la robótica le permitió mejorar en su comprensión.

Aunado a esto, existe buena disposición de los estudiantes para trabajar con los robots, el trabajo por equipo los motiva porque les permite aprender de sus compañeros; se trabajó de manera interdisciplinaria la clase de tecnología, mediante la programación de robots, lo cual permitió mejorar la comprensión de su manejo y el área de las matemáticas concerniente al cálculo mental.

Originalmente, se había contemplado dictar a los alumnos el problema para el cálculo mental durante la práctica de robótica, sin embargo, ellos fueron capaces de plantear la fórmula en base a los datos que habían obtenido, por lo que se enriqueció la participación, el raciocinio y el aprendizaje, con esto, otro punto a favor de la metodología de la robótica sería entonces la deducción de fórmulas.

Se incluyó una actividad posterior a que los estudiantes realizaron sus programas para obtener medidas sobre las cuales realizar el cálculo mental, con base en las mediciones obtenidas por cada uno de los equipos, se definieron por consenso los valores, esto con el propósito de cerrar los números a enteros, igualar las operaciones y las respuestas de los alumnos. El resto de las actividades se llevaron a cabo conforme a lo planeado.

Aunque el ejercicio se llevó a cabo de manera satisfactoria en los grupos de estudio, se observó la siguiente área de oportunidad: la falta de recarga de pilas en los robots originó que más de la mitad de los equipos del grupo de segundo “B” no pudieran concluir satisfactoriamente la actividad por lo que los resultados no fueron fiables, teniendo que descartarse; por su parte, en el grupo de segundo “C”, con los miembros

del equipo nueve se suscitó tensión debido a que el robot se les descargó casi al inicio de la fase de programación, integrándose el equipo completo con otro, si bien se consideran sus resultados en este análisis, contrastan mucho para mal con respecto al resto de los equipos.

La intervención docente la evalúo como bastante buena, en primer lugar, porque surgió de un asunto primordial en la formación de los estudiantes -la mejora de los aprendizajes-, que se ligó de manera natural con los contenidos de la clase de Tecnología, mediante la práctica de robótica; los alumnos se mostraron interesados porque se hizo evidente la aplicación de las matemáticas a situaciones prácticas; el progreso en la comprensión de los problemas de cálculo mental fue evidente en los resultados obtenidos, apoyando de esta manera la consolidación de habilidades requeridas por el SisAT.

Por otro lado, los comentarios de los estudiantes hacen obvio que iban comprendiendo el manejo numérico y las características del movimiento del robot, por ejemplo: “me di cuenta de que 360° es igual a una rotación”, “no sabía cómo y ya lo sé hacer”, “se me facilitó el programa y las instrucciones de la maestra”, “no me revuelvo tanto”, “nosotros le entendimos”, esta última de parte de un alumno que no tenía experiencia con la robótica.

Con la finalidad de obtener una medición más precisa, conviene mejorar las reglas colocando un tope donde debe posicionarse el robot para su inicio y, dado que son lonas impresas, extenderlas con anterioridad para evitar que la superficie de desplazamiento presente irregularidades. A fin de evitar el contratiempo las baterías descargadas, se recomienda llevar suficientes pilas AA para usarlas en caso necesario (requiere 6 cada robot).

4.2 Reflexiones sobre el desarrollo de competencias profesionales

Mediante la presente investigación acción, se pusieron en práctica diversas competencias profesionales establecidas en los rasgos del perfil de egreso de la

Maestría en Educación con Acentuación en Educación Obligatoria de la Escuela Normal Superior del Estado (ver anexo 5).

En primer lugar, el proyecto se originó de la reflexión sobre la práctica educativa concerniente a la dificultad del cálculo mental, la planeación de actividades, la metodología empleada y la evaluación de los resultados estuvieron centradas en el estudiante, teniendo como finalidad el desarrollo de procedimientos autónomos de pensamiento.

La Evaluación se efectuó mediante hetero y coevaluaciones y se dio en diferentes momentos, el punto de partida o evaluación inicial se hizo por medio los instrumentos de investigación, la observación por parte del docente y los resultados del SisAT. Durante el desarrollo de la actividad se consideró la evaluación formativa con la ayuda de las hojas de respuesta, la lista de cotejo y la observación del proceso de aprendizaje por parte del docente, lo que permitió orientar a los alumnos para lograr los objetivos y con las preguntas de cierre se obtuvo retroalimentación sobre la eficiencia de la actividad.

El ambiente de aprendizaje propició que los alumnos intercambiaran ideas y se ayudaran entre ellos atendiendo a la diversidad de capacidades y percepciones, además de que se produjo un clima seguro, donde no se amonestaron los errores, sino que se aprovecharon para continuar aprendiendo.

El uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación estuvo presente durante todo el proceso de enseñanza aprendizaje, favoreciendo actitudes y valores, tales como participación, trabajo colaborativo, inclusión, respeto, escucha, cooperación, solidaridad, responsabilidad, autonomía, entusiasmo y autoestima, entre otros.

V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN

5.1 Indicadores de éxito e innovación

Normalmente, durante la clase de Tecnología se utiliza la robótica como aprendizaje de sí misma, la innovación en esta propuesta es su empleo como recurso para mejorar las habilidades de los alumnos en las matemáticas, específicamente en cálculo mental; por lo que a continuación se mencionan los indicadores de éxito más destacados: a excepción de tres de los cuatro integrantes del equipo que se le descargó el robot, todos los alumnos obtuvieron mayor número de aciertos que el promedio de aciertos de los dos grupos de contraste; en el grupo que sirvió como estudio y contraste todos los alumnos mejoraron su puntaje de aciertos con el uso de la metodología de trabajo de la robótica; el 74% de los alumnos que respondieron las preguntas de cierre aseguran que la forma de trabajo de la robótica sí les ayuda a percibir el cálculo mental como más fácil, el 20% indica que les ayuda más o menos o poco -indican que no saben las tablas de multiplicar o que no manejan bien los decimales- y solo el 6%, es decir dos personas, indican que no les ayuda porque prefieren trabajar de manera individual; a excepción de tres de los cuatro integrantes que se les descargó el robot, el resto consideró que tuvieron mejores resultados en cálculo mental con la práctica de robótica a que si lo hubieran hecho de manera habitual.

Adicionalmente, se mostraron entusiasmados por el uso de la tecnología y el trabajo conjunto de dos asignaturas -tecnología y matemáticas-; se creó un clima de aprendizaje de respeto, donde equivocarse no generaba angustia, sino que permitía aprender del error; el apoyo entre compañeros logró una mejor comprensión del tema; descubrir cómo las matemáticas se relacionan con el funcionamiento el robot, les permitió predecir las respuestas posteriores.

5.2 Estrategias de evaluación

En la primera etapa del proyecto se eligieron dos grupos donde se aplicaron los ejercicios de cálculo mental de la forma en que se realiza habitualmente -dictado, de forma individual, en el aula de clase con los alumnos sentados en fila, total silencio-,

además se les preguntó de forma escrita si el cálculo mental les parecía difícil, con el fin de obtener los datos que permitirían comparar resultados

Por su parte, en la segunda etapa en dos grupos -uno de ellos ya había participado en la primera etapa- se efectuó el cálculo mental como apoyo a la programación de los robots, la actividad consistió en que hicieron mediciones del avance del robot con diferentes parámetros, posteriormente contestaron quince preguntas de cálculo mental con los datos obtenidos; los problemas los iban ejecutando uno a uno y posteriormente los comprobaban mediante la programación del robot. En esta fase aparte de la revisión del resultado en la hoja del cuestionario, la evaluación se hizo mediante observaciones de cómo los alumnos se ponían de acuerdo con sus equipos para obtener un resultado, ejemplo: “17.5 por 3, si ya sabemos que 17.5 por dos es 35, entonces a 35 le agregamos 17.5...”, “180 por 80, pues 100 por 80 es 800, más 8 por 8, 64, 640 da...”; también hicieron comentarios que denotaban una noción del resultado: “debe ser como 720 porque es como la mitad del anterior”, “debe ser 8...” (idea general con solo ver los números), así como entendimiento del funcionamiento del robot: “el valor de 360 grados debe ser igual al de una rotación”, lo que denota el razonamiento; en el caso de no escuchar comentarios, la docente preguntaba a los alumnos cómo habían llegado a ese resultado.

Para concluir, durante la tercera etapa, se les solicitó a los alumnos que contestaran las preguntas de cierre; la mayoría señaló el cambio de percepción hacia la mejora en la dificultad para realizar cálculo mental, respondieron que los aspectos que les ayudaron para esto fueron: ver el desplazamiento del robot, escuchar la forma en que sus compañeros lo explicaban y el ambiente menos tenso, en ese orden, estos elementos se encontraban en el cuestionario; por su parte, ahondaron comentando que mejoraron al hacerlo en equipo, porque se apoyaron y que el ejercicio era como un juego.

5.3 Instrumentos de evaluación

El principal instrumento de evaluación fue la hoja del cuestionario para los alumnos (anexo 3), porque de ahí se obtiene información sólida sobre el número de aciertos de

los problemas de cálculo mental que permite medir el avance, los resultados se muestran en la Tabla 1. Como se observa, el incremento en el promedio por grupo de la cantidad de aciertos es notable en los grupos que trabajaron con robótica, pasó de 5.4 cuando se aplicó de forma habitual a 11.1 en caso de utilizar robots, es decir, aumentó más del doble.

Tabla 1 Promedio por grupo del número de aciertos en problemas de cálculo mental

GRUPO	SIN ROBÓTICA	CON ROBÓTICA
2° A	6.1	
2° C		9.4
2° D	4.7	12.8
PROMEDIO	5.4	11.1

Analizando los datos del grupo de segundo “C” (ver la Tabla 2), se aclara que no aparecen los resultados del equipo ocho porque se conjuntaron con el equipo cinco al presentar gran inasistencia de sus integrantes. En cuanto a los datos recabados, se observa que fuera del equipo nueve -al que se le descargó el robot- todos los demás obtuvieron mayor cantidad de aciertos que 5.4, el promedio de los grupos de contraste, la frustración por no contar con un robot para realizar la práctica originó que los resultados obtenidos fueran incluso menores que en los grupos donde se trabajó el cálculo mental de manera ordinaria. Resalta que los resultados del equipo cuatro, quien trabajó junto con el equipo nueve, aunque son mayores a la media de los grupos de contraste son considerablemente menores a los otros equipos de los grupos de estudio, por lo que se deduce que los equipos no deben ser numerosos, sino con un máximo de cuatro a cinco integrantes.

Por su parte para segundo “D” (ver la Tabla 3), todos los alumnos incrementaron el número de aciertos con respecto al promedio de los grupos de contraste, en todos los casos el número de aciertos obtenidos por equipo es mayor que el número de aciertos logrados de manera individual por el mejor de sus integrantes, de lo que se infiere que aun los alumnos destacados en cálculo mental individual obtienen ventaja con la forma de trabajo de la robótica.

Tabla 2 Número de aciertos en el grupo de segundo "C"

Equipo	No. Lista	Aciertos
1	16	8
1	24	10
1	27	11
2	8	9
2	23	9
2	38	9
2	40	9
3	3	14
3	6	15
3	28	15
4	5	7
4	20	6
4	25	6
4	37	6
5	11	11
5	29	11
5	32	11
5	35	10
6	1	11
6	14	10
6	18	10
6	33	12
7	12	10
7	13	12
7	26	12
7	34	14
9	2	2
9	10	2
9	19	6
9	30	4
Promedio		9.4

Tabla 3 Número de aciertos en el grupo de segundo "D"

Equipo	N° lista	Individual	Con robótica
1	12		15
1	19	5	15
1	26		7
1	27		15
2	6	0	11
2	11	0	11
2	25	3	10
3	31	7	12
3	32	2	12
3	35	5	12
4	7	2	14
4	20	5	14
4	23	9	15
5	3	8	14
5	4	0	14
5	5	3	13
5	14	0	11
6	8	2	14
6	15		14
7	2		12
7	34	11	13
7	37	5	13
8	9	2	13
8	13	2	12
8	18	0	11
8	24	9	11
9	16	1	14
9	29	8	14
9	33	11	13
9	36		14
No asistió	10	14	
No asistió	21	8	
Promedio		4.7	12.8

Al terminar la práctica de robótica, un alumno encargado por cada equipo llenó una lista de cotejo donde coevaluaron la participación de los compañeros, de ahí se obtiene que en el grupo de segundo "C" el 67% tuvo una participación totalmente activa - entiende el problema y señala como descomponerlo para encontrar una solución,

corrige a los demás o a sí mismo si nota que se planteó el manera incorrecta, propone otras alternativas de solución para que el problema sea más comprensible o hace comentarios donde se evidencia que entendió el problema, lo relaciona con predicciones del movimiento del robot-, el 25% no participa hablando, pero escucha atentamente para resolver el problema, el 8% tuvo participación nula -no propone soluciones ni atiende a sus compañeros-; los alumnos catalogados en ésta última fue una alumna de las que se les descargó el robot y un alumno que presenta discapacidad intelectual (ver Ilustración 1).

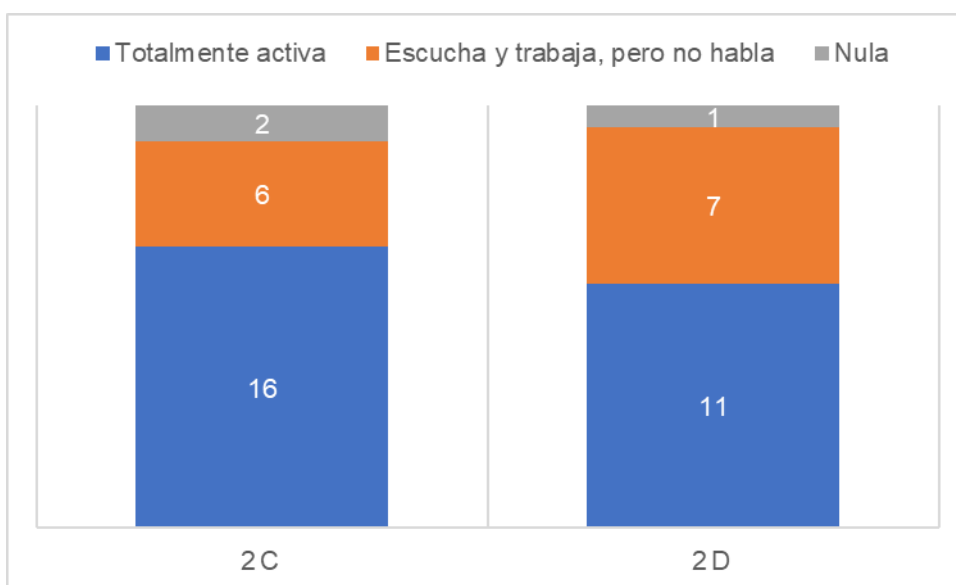


Ilustración 1 Cantidad de alumnos por tipo de participación por grupo

En cuanto al grupo de segundo “D” el 58% tuvo una participación totalmente, el 37% escucha atentamente para resolver el problema, pero no habla o emite opinión, mientras que el 5% tuvo participación nula, ésta última se refiere a una alumna que presentaba un ojo hinchado (ver Ilustración 1).

Para concluir, sobre los cuestionarios de cierre de actividad en todos los grupos, la Tabla 4 muestra la información sobre la percepción de la dificultad de las matemáticas: del total de 56 alumnos que efectuaron la actividad de cálculo mental de manera habitual, 31 de ellos -55%- señala que sí lo consideran difícil, 17 indica que más o menos difícil -31%- y 8 considera que no es difícil el cálculo mental -14%- (ver ilustración 2).

Tabla 4 Dificultad del cálculo mental

	Sin Robótica			Con Robótica		
	2A	2D	Total	2C	2D	Total
Sí es difícil	14	17	31	7	2	9
Más o menos	10	7	17	7	0	7
No es difícil	5	3	8	11	17	28
Total	29	27	56	25	19	44

Comparando con los resultados de realizar el cálculo mental apoyándose con la robótica, donde de un total de 44 educandos se obtuvo que 9 alumnos -20%- menciona que sí lo consideran difícil, 7 de ellos que es más o menos difícil -16%- y 28 estudiantes -64%- señalan que no es difícil es el cálculo mental realizado con la metodología de la robótica (ver Ilustración 3).



Ilustración 2 Percepción de la dificultad del cálculo mental trabajado sin robótica



Ilustración 3 Percepción de la dificultad del cálculo mental trabajado con robótica

5.4 Evaluación general del proyecto y conclusiones

El primer objetivo específico se refiere a la mejora de habilidades para el cálculo mental mediante la programación de robots, su meta señala que el 90% de los alumnos que asistan a la clase de robótica mejoran la cantidad de aciertos en cálculo mental, con respecto al promedio de los grupos de contraste. Teniendo que el promedio de los grupos de contraste fue de 5.4 y que 57 de 60 alumnos de los grupos de estudio obtuvieron resultados superiores a dicho número, tenemos que el 95% de los alumnos que asistieron a la clase de robótica obtuvieron mayor cantidad de aciertos que el promedio de los grupos de contraste y que el 100% de los alumnos del grupo de segundo D -que sirvió tanto de estudio como de contraste- mejoró la cantidad de aciertos propia, la meta y el objetivo fueron cumplidos.

En cuanto al segundo objetivo específico, que señala que se debe revertir la percepción hacia lo positivo, sobre el aprendizaje de las matemáticas, medido a través de la meta que señala se debe reducir a la mitad el porcentaje de alumnos que consideran difícil el cálculo mental una vez que lo trabajaron con la robótica, se obtuvo que el 55% de los alumnos en los grupos de contraste respondieron que el cálculo mental sí es difícil, comparado con el 20% de los estudiantes de los grupos de estudio,

se tiene una reducción del 64%, por tanto se cumplieron tanto la meta como el objetivo específico número dos.

Por lo anterior, se concluye que el objetivo general del presente proyecto implica favorecer el aprendizaje del cálculo mental mediante la programación de robots de Lego en los alumnos de dos grupos de segundo grado de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos” fue cumplido.

Se afirma en forma definitiva, la hipótesis que expresa que mediante la programación de robots educativos Lego se incrementan las habilidades en el abordaje cálculo mental, en los alumnos de segundo grado de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos” es aceptada.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, R. A. (octubre de 2016). *La Robótica Pedagógica como Herramienta para la Construcción de Aprendizajes Significativos en el Aula*. Obtenido de VII Coloquio Internacional de Educación, Universidad del Cauca: www.unicauca.edu.co/eventos/index.php/educoloquio/2016/paper/view/210/103
- Arreguín, L. A. (2012). *Desarrollo de competencias matemáticas en secundaria usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos*. Obtenido de Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55124841017>
- Barraza, A. (febrero de 2013). *¿Cómo elaborar proyectos de innovación Educativa?* Obtenido de Universidad Pedagógica de Durango: http://www.facultadeduccion.ucr.ac.cr/documentos/doc_download/58-icomo-elaborar-proyectos-de-innovacion-educativa
- Bravo, F. y. (2012). *La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales*. Obtenido de Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información,: Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información,
- Curiel, C. (25 de agosto de 2013). *Visión sobre las dificultades de las matemáticas en la escuela*. Obtenido de Organización de los Estados Iberoamericanos: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Vision-sobre-las-dificultades-de>
- Ediciones SM. (17 de junio de 2015). *Diez consejos para enseñar matemáticas en la secundaria*. Obtenido de Ediciones SM: <http://ediciones-sm.com.mx/?q=blog-Diez-consejos-para-ensenar-matem%C3%A1ticas-en-la-secundaria>

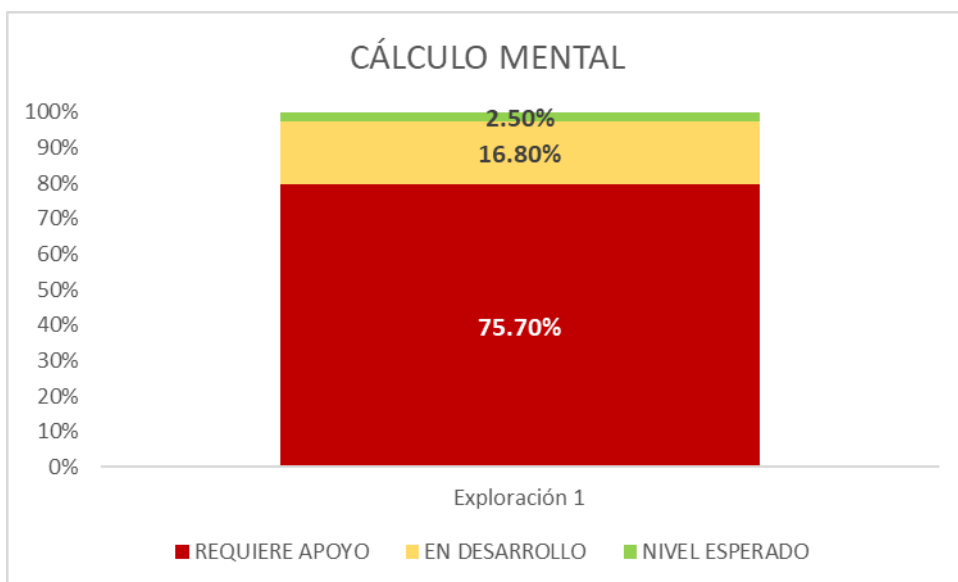
- Gálvez, G. C.-A. (marzo de 2011). *Estrategias cognitivas par el cálculo mental*. Obtenido de Revista latinoameircana de investigación en matemática educativa: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362011000100002
- Gamboa, R. y. (2010). *La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes*. Obtenido de Revista electrónica Educare: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194115606010>
- Herrera, Y. y. (2013). *Estado del arte de la Robótica Educativa en el ámbito mundial*. Obtenido de UNIMINUTO Corporación Universitaria Mlnuto de Dios: <http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/handle/10656/2396>
- Jiménez, J. (s.f.). *Estrategias de Cálculo Mental*. Obtenido de Instituto de Educación Secundaria Alhama. Corella, Navarra: docentes.educacion.navarra.es/jjimenei/downloads/estrategiascmmental.pdf
- Kee, D. (s.f.). *Actividades de Robótica Educativa para el Profesor Ocupado: EV3*. Obtenido de Damien Kee -technology in education-: <http://www.damienkee.com/actividades-de-robotica-educat/>
- Mcclean, T. (2013). *Models of reflection*. Obtenido de Institute of Health and Social Care Studies, States of Guernsey: http://theinstitute.gov.gg/pluginfile.php/2086/mod_page/content/24/Reflective%20Writing%20Booklet.pdf.
- Melgar, I. (29 de 06 de 2013). *Secundarias, con el desempeño más bajo*. Obtenido de Excelsior: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/06/29/906484>
- Moreno, I. M. (2012). *La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías*. Obtenido de Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201024390005>

- Muñoz, M. (s.f.). *Desarrollo cognitivo: el pensamiento del adolescente*. Obtenido de Centro de Psicología Virtual: <http://www.cepvi.com/index.php/psicologia-infantil/desarrollo/desarrollo-cognitivo-el-pensamiento-del-adolescente>
- Pittí, K. C. (2014). *Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España*. Obtenido de Sociedad de Educación del IEEE: rita.det.uvigo.es/VAEPRITA/201403/uploads/VAEP-RITA.2014.V2.N1.A8.pdf
- Ramos Arizpe. (s.f.). Obtenido de <https://mexico.pueblosamerica.com/i/ramos-arizpe/>
- Real Academia Española. (2018). *Matemáticas*. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <http://dle.rae.es/?id=ObS8ajk>
- Robótica Educativa de México, S.A. de C.V. (s.f.). *Nuestra definición de Robótica Educativa*. Obtenido de Robótica Educativa de México, S.A. de C.V.: <https://www.roboticaacademica.com/quienes-somos3>
- Ruiz, Y. (2011). *Aprendizaje de las matemáticas*. Obtenido de Temas para la Educación. Revista digital para profesionales de la enseñanza: <https://www.feandalucia.ccoo.es/andalucia/docu/p5sd8451.pdf>
- UAM Azcapotzalco. (s.f.). *Constructivismo*. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana: <http://hadoc.azc.uam.mx/enfoques/constructivismo.htm>

VII. ANEXOS

Anexo 1.

Resultados de cálculo mental de la Escuela Secundaria General “Francisco Coss Ramos” en la aplicación del SisAT de septiembre de 2017.



Algunas respuestas de alumnos a la encuesta.

5. ¿Por qué consideras que es así?

porque no me enseñaron el cálculo mental

5. ¿Por qué consideras que es así?

Por que cuando hago el proceso me confundo con las operaciones

5. ¿Por qué consideras que es así?

Por que no entiendo las matemáticas

5. ¿Por qué consideras que es así?

por que en algunas partes viene con número decimal o así

Anexo 2.

N°	Objetivo / meta	Actividad	Materiales y recursos	Responsable	Fecha	Tiempo
1	Determinar el nivel de dominio del cálculo mental y la percepción sobre su dificultad con los alumnos de los grupos de contraste.	Decir las operaciones de cálculo mental, una por una y las preguntas sobre la percepción de este. Efectuar el cálculo mental y anotar resultado en una hoja, responder preguntas sobre la percepción.	Guía del Docente Hojas Lápiz o pluma	Docente de Tecnología Alumnos, de forma individual	9 al 13 de abril de 2018	15 min por grupo
2	Determinar el nivel de dominio	Armar el robot de lego.	Caja Lego Mindstorms EV3	Alumnos, organizados por equipo	9 al 13 de abril	40 min

	del cálculo con los alumnos del grupo de estudio.	Nombrar encargado y entregar lista de cotejo.	Fotocopias de la hoja de la lista de cotejo (una por equipo)	Docente	de 2018 y del 23 al 27 de abril	5 min
		Decir las operaciones de cálculo mental, una por una.	Guía del Docente	Docente de Tecnología	de 2018	50 min
		Discusión sobre cómo resolver el problema, efectuar el cálculo mental y anotar resultado en la hoja del cuestionario.	Hojas con cuestionario Lápiz o pluma	Alumnos, organizados por equipo Alumnos, de forma individual		
		Programar el robot para verificar resultados.	Robot armado Computadora	Alumnos, organizados por equipo		

		Llenar lista de cotejo.	Software de programación Lego Cinta de medir Lista de cotejo	Alumno encargado		
		Recoger las hojas de respuesta y las listas de cotejo.	Hojas del cuestionario y lista de cotejo	Docente		5 min
3	Conocer la percepción de los alumnos de los grupos de estudio sobre la dificultad del cálculo mental.	Leer las preguntas sobre la percepción de la dificultad del cálculo mental. Responder las preguntas.	Guía del docente Hojas del cuestionario Lápiz o pluma	Docente de Tecnología Alumnos, de forma individual	23 al 27 de abril de 2018	2 min 5 min

Anexo 3.

HOJA DE CUESTIONARIO PARA EL ALUMNO

PRÁCTICA DE ROBÓTICA CON CÁLCULO MENTAL

Nombre: _____ Equipo: _____

Programa cuatro rotaciones de las ruedas, ¿cuántos centímetros avanza el robot? _____

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuánto avanza el robot si programas 1 rotación?	
2. ¿Cuánto avanza el robot si programas 3 rotaciones?	
3. ¿Cuánto avanza el robot si programas 6 rotaciones?	
4. Si el robot debe avanzar 35 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	
5. Si el robot debe avanzar 140 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	

Programa 180 grados, ¿cuántos centímetros avanza el robot? _____

Pregunta	Respuesta
6. ¿Cuánto avanza el robot si programas 360°?	
7. ¿Cuánto avanza el robot si programas 900°?	
8. Si el robot debe avanzar 90 cm, ¿cuántos grados debes programar?	
9. Si el robot debe avanzar 72 cm, ¿cuántos grados debes programar?	
10. Si el robot debe avanzar 36 cm, ¿cuántos grados debes programar?	

Programa un segundo, ¿cuántos centímetros avanza el robot? _____

Pregunta	Respuesta
11. ¿Cuánto avanza el robot si programas 4 segundos?	
12. ¿Cuánto avanza el robot si programas dos y medio segundo?	
13. ¿Cuánto avanza el robot si programas 5 segundos?	
14. Si el robot debe avanzar 105 cm, ¿cuántos segundos debes programar?	
15. Si el robot debe avanzar 315 cm, ¿cuántos segundos debes programar?	

LISTA DE COTEJO

Evalúa del 0 al 10 la participación de tus compañeros

Nombre	Entiende el problema y señala como descomponerlo para encontrar solución	Corrige a los demás o a sí mismo si nota que se planteó de manera incorrecta	Propone otras alternativas de solución para que el problema sea más comprensible	Hace comentarios donde se evidencia que entendió el problema, lo relaciona con predicciones de movimiento del robot	No dice nada, pero escucha atentamente para resolver el problema	No participa (no propone soluciones ni atiende a sus compañeros)
Observaciones:						

PREGUNTAS DE CIERRE

1. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se lleva a cabo durante las actividades para iniciar bien la clase? ¿Por qué?
2. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se llevó a cabo durante la práctica de robótica? ¿Por qué?
3. ¿Consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a percibir el cálculo mental como más fácil? ¿Por qué?
4. ¿Consideras que tuviste mejores resultados en cálculo mental con la práctica de robótica a que si lo hubieras hecho de la manera habitual? ¿Por qué?
5. Si contestaste que si a alguna de las dos preguntas anteriores, ¿cuál de estos aspectos consideras que te ayudó a mejorar? (valóralos en una escala de 0 a 10)
 - a) El ambiente es menos tenso:
 - b) Le entiendo mejor porque se aplica a una situación real:
 - c) Escuchar tu voz alta al razonar:
 - d) Escuchar la forma en que tus compañeros lo explicaban:
 - e) Ver el desplazamiento del robot:
 - f) Otro ¿cuál?:
6. ¿Cómo te sentiste durante la práctica?
7. ¿En qué medida consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a resolver el problema?
8. ¿Consideras que la práctica de robótica te permite tener noción de la respuesta correcta? ¿Por qué?
9. ¿Consideras que esta práctica te ayudó a entender cómo se deben programar los movimientos del robot? ¿Por qué?
10. Realiza algún comentario sobre la práctica.

Anexo 4.

Guía para el maestro

Contar a los alumnos la siguiente historia, basada de en las actividades de Kee (s.f.): La NASA está buscando un nuevo robot para enviarlo a un planeta recién descubierto, debes construir y probar un robot capaz de explorar la superficie del planeta; antes de mandar el robot, deberá probarse para asegurarnos que cumple los requisitos solicitados. Realiza los siguientes experimentos y observa cómo se comporta tu robot, debes tomar en cuenta sus características respecto a sus movimientos. La NASA ha pedido que después de conocer las características del robot, uses estos datos para hacer predicciones sobre que la distancia que recorrerá el robot, la potencia debe ser siempre 75. El trabajo es por equipo, así es que debes dialogar con tus compañeros para obtener los valores con la técnica del cálculo mental, diciendo en voz alta la forma en que razones o descompones el problema.

Práctica de robótica con cálculo mental

Programa cuatro rotaciones de ruedas, ¿cuántos centímetros avanza el robot? 70 cm

Pregunta	Fórmula	Respuesta
1. ¿Cuánto avanza el robot si programas 1 rotación?	$70/4$	17.5
2. ¿Cuánto avanza el robot si programas 3 rotaciones?	$17.5*3$	52.5
3. ¿Cuánto avanza el robot si programas 6 rotaciones?	$52.5*2$	105
4. Si el robot debe avanzar 35 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	$35*4/70$	2
5. Si el robot debe avanzar 140 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	$140*2/35$	8

Programa 180 grados, ¿cuántos centímetros avanza el robot? 9 cm

Pregunta	Fórmula	Respuesta
6. ¿Cuánto avanza el robot si programas 360°?	$6 \cdot 9/3$	18
7. ¿Cuánto avanza el robot si programas 900°?	$10 \cdot 9/2$	45
8. Si el robot debe avanzar 90 cm, ¿cuántos grados debes programar?	$1800/9 \cdot 9$	1800
9. Si el robot debe avanzar 72 cm, ¿cuántos grados debes programar?	$180 \cdot 8$	1440
10. Si el robot debe avanzar 36 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	$1440/2$	720

Programa un segundo, ¿cuántos centímetros avanza el robot? 35 cm

Pregunta	Fórmula	Respuesta
11. ¿Cuánto avanza el robot si programas 4 segundos?	$35 \cdot 4$	140
12. ¿Cuánto avanza el robot si programas dos y medio segundo?	$35 \cdot 2.5$	87.5
13. ¿Cuánto avanza el robot si programas 5 segundos?	$87.5 \cdot 2$	175
14. Si el robot debe avanzar 105 cm, ¿cuántos segundos debes programar?	$105/35$	3
15. Si el robot debe avanzar 315 cm, ¿cuántos segundos debes programar?	$315/105 \cdot 3$	9

Para los grupos de contraste se dice cada una de las quince fórmulas y los alumnos anotan la respuesta en una hoja suelta, posteriormente contestan estas preguntas:

¿Te parece difícil el cálculo mental?

¿Qué es lo que más se te dificulta?

¿Qué hiciste para tratar de resolver los problemas correctamente?

Anexo 5.

RASGOS DEL PERFIL DE EGRESO DE LA MAESTRAIA EN EDUCACIÓN CON ACENTUACIÓN EN EDUCACIÓN OBLIGATORIA

El Perfil de Egreso establece las competencias que el estudiante de maestría deberá ser capaz de realizar al término de los estudios del Programa Educativo de Maestría en Educación con Acentuación en Educación Obligatoria. En este Programa Educativo de Maestría el Perfil de Egreso considera las competencias Genéricas y profesionales las que a su vez se desagregan en unidades de competencia.

Las competencias genéricas se encuentran implícitas en cada uno de los programas de estudio que conforman la Malla Curricular, ya que tienen carácter transversal. Se sitúan en los saberes y experiencias previas de los participantes y se desarrollan permanentemente a lo largo de la formación y la vida personal y profesional del estudiante de esta maestría. Las competencias profesionales tienen un carácter específico y deberán ser consideradas en los programas de estudio de los módulos que conforman la Estructura Curricular de este Programa de Maestría.

1. Competencias Genéricas

- Desarrolla competencias para aprender de forma permanente.
- Desarrolla competencias para aprender colaborativamente.
- Establece comunicación en diversos contextos en los que se privilegie la interacción para la comunicación y la conformación de climas sensibles a nuevos aprendizajes.
- Promueve el desarrollo de valores que permita en el estudiante actuar con sentido ético y reflexivo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas en el aprendizaje autónomo y colectivo para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en su contexto escolar.
- Desarrolla el pensamiento crítico - reflexivo para transformar su quehacer docente y el contexto en el que se desenvuelve.

2.- Competencias Profesionales

- Planea aprendizajes y metodologías para la enseñanza, a partir de la reflexión sobre su práctica educativa, con respecto a la planeación, la metodología didáctica y la evaluación, centrada en el aprendizaje del educando, asumiendo el compromiso de formar con calidad para la vida en base a un aprendizaje autónomo.
- Aplica la Evaluación educativa en diferentes ámbitos, formas y momentos del proceso educativo.
- Desarrolla Ambientes formativos mediante la creación de entornos que propicien el intercambio de ideas, la sensibilidad para generar nuevos conocimientos, atender la diversidad de los alumnos y promover un clima seguro y confiable.
- Utiliza las Tecnologías de la Información y la comunicación para promover el aprendizaje autónomo y como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje.
- Actúa con compromiso y responsabilidad en la profesión desarrollando la capacidad de vivir en conciencia la formación de sí mismo, clarificando los valores en conflicto en un mundo de diversidad moral, a partir del respeto de los derechos del otro. Integra a su práctica profesional la ética que regula el ejercicio docente, en el marco de la filosofía de la educación y los derechos humanos.

- Establece una relación de vinculación con la profesión y el entorno reflexionando sobre el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sustentable para aprender a construir, preservar y vivir en espacios saludables en la escuela, la familia y la sociedad.

3 Competencias Disciplinarias

Competencias para el Lenguaje y Comunicación

Analiza las características del lenguaje que le lleven a la comunicación asertiva para su aplicación afectiva en diversos contextos, además establece una relación entre el uso del lenguaje y la estructura morfológica y funcional del cerebro, para mejorar los procesos del pensamiento y del aprendizaje.

Competencias para la Matemática Educativa

Emplea métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje para abordar contenidos de las áreas de la aritmética, el álgebra, la geometría, la geometría analítica, la probabilidad y la estadística, fundamentadas en el conocimiento científico y centrado en el estudiante, que permiten justificar el proceder de los docentes.

Competencias para las Ciencias

Diseña estrategias didácticas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje que abordan contenidos relacionados con las ciencias experimentales, a partir del conocimiento de los principios de la Física y la Química y el dominio de los aspectos fundamentales de las Ciencias Biológicas, para comprender los fenómenos físicos, químicos y biológicos del mundo que nos rodea.

Competencias para la Naturaleza y Sociedad

Analiza los fundamentos de los procesos histórico - geográficos, a través del empleo de estrategias didácticas innovadoras que incluyen el manejo de las tecnologías de la información y la comunicación, para comprender el mundo natural y social en el que se desenvuelve.

Competencias para el Desarrollo Humano y la Convivencia

Promueve el desarrollo humano y la convivencia sana y pacífica entre los estudiantes a través de la adquisición de herramientas socio afectivas, que fortalecen su desarrollo personal e integral, la convivencia escolar y familiar y su vida en sociedad.

Anexo 6.

EVIDENCIAS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

“LA ROBÓTICA EDUCATIVA PARA INCENTIVAR EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS”

Fase 1. Cálculo mental sin robótica



Fase 2. Cálculo mental con robótica

a) Armar el robot de Lego.



b) Entregar a los alumnos la hoja del cuestionario.

PRÁCTICA DE ROBÓTICA CON CÁLCULO MENTAL

Nombre: _____ Equipo: _____

Programa cuatro rotaciones de las ruedas. ¿cuántos centímetros avanza el robot? _____

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuánto avanza el robot si programas 1 rotación?	
2. ¿Cuánto avanza el robot si programas 3 rotaciones?	
3. ¿Cuánto avanza el robot si programas 6 rotaciones?	
4. Si el robot debe avanzar 35 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	
5. Si el robot debe avanzar 140 cm, ¿cuántas rotaciones debes programar?	

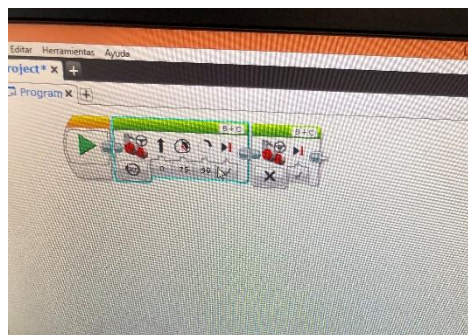
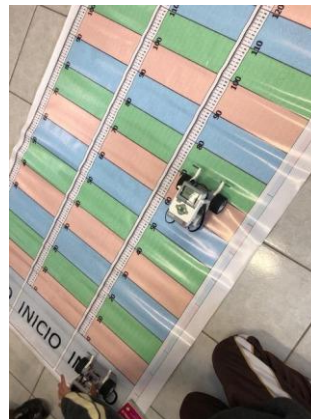
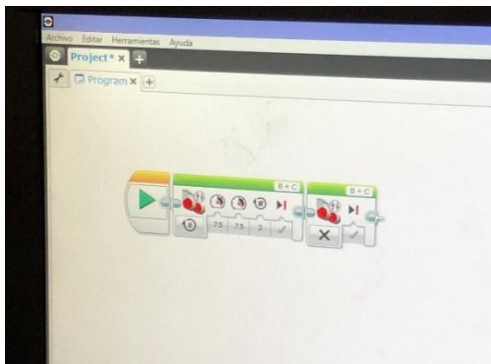
Programa 180 grados, ¿cuántos centímetros avanza el robot? _____

Pregunta	Respuesta
6. ¿Cuánto avanza el robot si programas 360°?	
7. ¿Cuánto avanza el robot si programas 900°?	
8. Si el robot debe avanzar 90 cm, ¿cuántos grados debes programar?	
9. Si el robot debe avanzar 72 cm, ¿cuántos grados debes programar?	
10. Si el robot debe avanzar 36 cm, ¿cuántos grados debes programar?	

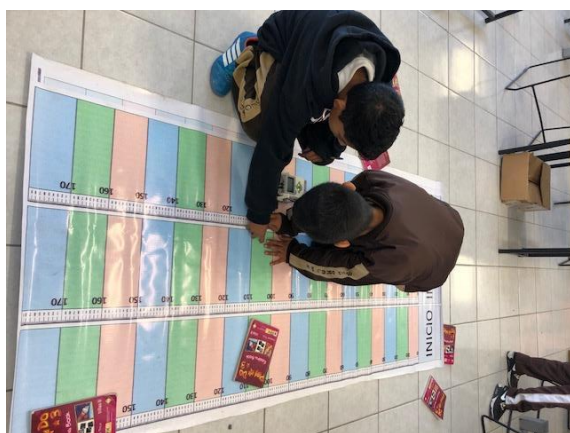
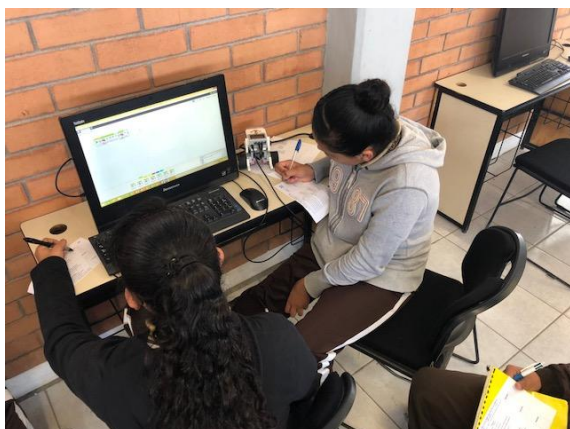
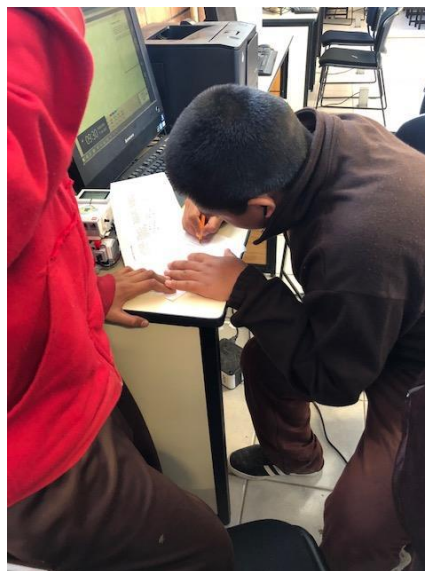
Programa un segundo, ¿cuántos centímetros avanza el robot? _____

Pregunta	Respuesta
11. ¿Cuánto avanza el robot si programas 4 segundos?	
12. ¿Cuánto avanza el robot si programas dos y medio segundos?	
13. ¿Cuánto avanza el robot si programas 5 segundos?	
14. Si el robot debe avanzar 105 cm, ¿cuántos segundos debes programar?	
15. Si el robot debe avanzar 315 cm, ¿cuántos segundos debes programar?	

c) Programar y medir el avance del robot con cuatro rotaciones, 180° y un segundo.



d) Realizar ejercicios de cálculo mental, programar y medir.



e) Coevaluación mediante lista de cotejo

Lista de Cotejo

#7

Evalúa del 0 al 10 la participación de tus compañeros

Nombre	Entiende el problema y señala como descomponerlo para encontrar solución	Corrige a los demás o a sí mismo si nota que se planteó de manera incorrecta	Propone otras alternativas de solución para que el problema sea más comprensible	Hace comentarios donde se evidencia que entendió el problema, lo relaciona con predicciones de movimiento del robot	No dice nada, pero escucha atentamente para resolver el problema	No participa (no propone soluciones ni atiende a sus compañeros)
Julieta	10	1	8	9	0	0
Paola	10	0	8	9	1	0
Yuvia	10	1	8	9	0	0

Observaciones: que hicimos un buen equipo

Lista de Cotejo

#5

Evalúa del 0 al 10 la participación de tus compañeros

Nombre	Entiende el problema y señala como descomponerlo para encontrar solución	Corrige a los demás o a sí mismo si nota que se planteó de manera incorrecta	Propone otras alternativas de solución para que el problema sea más comprensible	Hace comentarios donde se evidencia que entendió el problema, lo relaciona con predicciones de movimiento del robot	No dice nada, pero escucha atentamente para resolver el problema	No participa (no propone soluciones ni atiende a sus compañeros)
• Rodolfo	8	9	7	9	6	4
• Rosaura	8	8	9	9	6	4
• Bryan	8	9	7	7	7	3
• Jonathan	8	7	8	7	6	2

Observaciones: Aprendimos más.

Fase 3. Conocer la percepción de los alumnos en cuanto a realizar cálculo mental con la metodología de la robótica

Naila Yavazet Tovar Galindo. Equipo 2 40 List.

- ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se lleva a cabo durante las actividades para iniciar bien la clase? ¿Por qué?
Si, por que no proceso rapido las operaciones
- ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se llevó a cabo durante la práctica de robótica? ¿Por qué?
No, por que es mas facil descomponer la operacion e ir realizandola mas facil
- ¿Consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a percibir el cálculo mental como más fácil? ¿Por qué?
si por que se me facilita procesar todo con tranquilidad
- ¿Consideras que tuviste mejores resultados en cálculo mental con la práctica de robótica a que si lo hubieras hecho de la manera habitual? ¿Por qué?
Si, por que hubo más oportunidad de realizarlo con calma y estuvo bien la tecnica.
- Si contestaste que si a alguna de las dos preguntas anteriores, ¿cuál de estos aspectos consideras que te ayudó a mejorar? (valóralos en una escala de 0 a 10)
 - El ambiente es menos tenso: 10
 - Le entiendo mejor porque se aplica a una situación real: 9
 - Escuchar tu voz alta al razonar: 9
 - Escuchar la forma en que tus compañeros lo explicaban: 8
 - Ver el desplazamiento del robot: 10
 - Otro ¿cuál?: mantener el orden y realizar los equipos
- ¿Cómo te sentiste durante la práctica?
Bien y con mas razon lo entendi 10
- ¿En qué medida consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a resolver el problema?
me ayuda bastante ya que se descomponer la operacion
- ¿Consideras que la práctica de robótica te permite tener noción de la respuesta correcta? ¿Por qué?
Si, por que ya leyendolo nos damos una idea.
- ¿Consideras que esta práctica te ayudó a entender cómo se deben programar los movimientos del robot? ¿Por qué?
si, ya que adquiramos mas conocimiento.

Eduardo Acosta Vazquez

equipo #6

1. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se lleva a cabo durante las actividades para iniciar bien la clase? *ma*
¿Por qué? *porque algunos están difíciles u fáciles* *¿Cien*
2. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se llevó a cabo durante la práctica de robótica? ¿Por qué?
no porque estaba fácil
3. ¿Consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a percibir el cálculo mental como más fácil? ¿Por qué?
Si porque es mas facil con Robot
4. ¿Consideras que tuviste mejores resultados en cálculo mental con la práctica de robótica a que si lo hubieras hecho de la manera habitual? ¿Por qué?
Si porque con el robot se facilita la prueba
5. Si contestaste que si a alguna de las dos preguntas anteriores, ¿cuál de estos aspectos consideras que te ayudó a mejorar? (valóralos en una escala de 0 a 10)
 - a) El ambiente es menos tenso: *10*
 - b) Le entiendo mejor porque se aplica a una situación real: *10*
 - c) Escuchar tu voz alta al razonar: *8*
 - d) Escuchar la forma en que tus compañeros lo explicaban: *10*
 - e) Ver el desplazamiento del robot: *10*
 - f) Otro ¿cuál?:
6. ¿Cómo te sentiste durante la práctica? *con Alegria*
7. ¿En qué medida consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a resolver el problema?
Para mejorar el calculo mental
8. ¿Consideras que la práctica de robótica te permite tener noción de la respuesta correcta? ¿Por qué?
Si porque facilita las cosas
9. ¿Consideras que esta práctica te ayudó a entender cómo se deben programar los movimientos del robot? ¿Por qué?
Si porque me ayudan mis compañeros

Breidy Arely Pérez Olvera

31
List

1. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se lleva a cabo durante las actividades para iniciar bien la clase?
¿Por qué? *en veces mas o menos*
2. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se llevó a cabo durante la práctica de robótica? ¿Por qué?
Por las operaciones que nos indican pueden ser difíciles
No porque es más entretenido y entendible realizarlo así
3. ¿Consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a percibir el cálculo mental como más fácil? ¿Por qué?
Si porque es mas entretenido y divertido
4. ¿Consideras que tuviste mejores resultados en cálculo mental con la práctica de robótica a que si lo hubieras hecho de la manera habitual? ¿Por qué?
Si porque el robot nos ayuda mucho a hacer car
al resultado que queremos conseguir
5. Si contestaste que si a alguna de las dos preguntas anteriores, ¿cuál de estos aspectos consideras que te ayudó a mejorar? (valóralos en una escala de 0 a 10)
 - a) El ambiente es menos tenso: *7*
 - b) Le entiendo mejor porque se aplica a una situación real: *8*
 - c) Escuchar tu voz alta al razonar: *8*
 - d) Escuchar la forma en que tus compañeros lo explicaban: *8*
 - e) Ver el desplazamiento del robot: *10*
 - f) Otro ¿cuál?:
6. ¿Cómo te sentiste durante la práctica?
Divertido y mas confiado ante los resultados
7. ¿En qué medida consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a resolver el problema?
Mucho porque si te da al resultado o se acerca
8. ¿Consideras que la práctica de robótica te permite tener noción de la respuesta correcta? ¿Por qué?
Si porque recoge y te permite saber la respuesta
9. ¿Consideras que esta práctica te ayudó a entender cómo se deben programar los movimientos del robot? ¿Por qué?
Si porque lo pusimos en practica varias veces.

1. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se lleva a cabo durante las actividades para iniciar bien la clase? ¿Por qué? no por que nos ayudamos para realizarlo
2. ¿Te parece difícil realizar el cálculo mental de la forma en que se llevó a cabo durante la práctica de robótica? ¿Por qué? no mi equipo nos ayudabamos con todo para ser lo
3. ¿Consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a percibir el cálculo mental como más fácil? ¿Por qué? imposible si por que en el equipo nos ayudamos.
4. ¿Consideras que tuviste mejores resultados en cálculo mental con la práctica de robótica a que si lo hubieras hecho de la manera habitual? ¿Por qué? Si por que lo isimos sin dificultades no difisil y si en equipo
5. Si contestaste que si a alguna de las dos preguntas anteriores, ¿cuál de estos aspectos consideras que te ayudó a mejorar? (valóralos en una escala de 0 a 10)
 - a) El ambiente es menos tenso: 8
 - b) Le entiendo mejor porque se aplica a una situación real: 9
 - c) Escuchar tu voz alta al razonar: 10
 - d) Escuchar la forma en que tus compañeros lo explicaban: 10
 - e) Ver el desplazamiento del robot: 9
 - f) Otro ¿cuál?:
6. ¿Cómo te sentiste durante la práctica? Con mucho apoyo de mis compañeros de equipo
7. ¿En qué medida consideras que la forma de trabajo de la robótica te ayuda a resolver el problema? Si me ayudaron mucho con el robot y con todo lo que
8. ¿Consideras que la práctica de robótica te permite tener noción de la respuesta correcta? ¿Por qué? me gustaba. Si unas nos salieron mal pero me ayudaron
9. ¿Consideras que esta práctica te ayudó a entender cómo se deben programar los movimientos del robot? ¿Por qué? Si un poco.