

Comparación de la enseñanza dos sistemas de programación robótica enfocada a los recursos matemáticos : Arduino+Scratch y Sistema Lego EV3

[Assessment Comparative of teaching by two ways f programming robotic based in mathematical resources : Arduino + Scratch and Lego EV3 System]

Adib Guardiola Mouhaffel

Universidad de las Palmas de Gran Canarias, Gran Canarias, Spain

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The growing importance of technology in the world today and its continuous development [6,8], makes technology itself an integral part of the training process for children and youth.

For this reason it is important to develop proposals in which children and young people are offered the possibility of coming into contact with new technologies. This is possible through the use of software and hardware tools, such as robotic prototypes and specialized programs for pedagogical purposes.

This article shows the importance of the use of robotics as a learning tool and presents the typical stages that must be faced when implementing educational robotics projects in the classroom. It is also announced an educational robotics project called "Robotic World" which seeks to involve robotics in the classroom by means of practical activities and learning resources articulated from a virtual platform.

KEYWORDS: Educational Robotics, STEAM, Mbot, Mind Storm, Multiple Linear Regression, Arima.

RESUMEN: La creciente importancia que tiene la tecnología en el mundo hoy en día y su continuo desarrollo [6,8], hace que la tecnología en sí misma, se convierta en parte integral del proceso de formación en la niñez y la juventud.

Por esta razón es importante desarrollar propuestas en las que se ofrezca a niños y jóvenes la posibilidad de entrar en contacto con las nuevas tecnologías. esto es posible a través del manejo de herramientas de software y hardware, como prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos.

Este artículo muestra la importancia que tiene el uso de la robótica como una herramienta de aprendizaje y presenta las etapas típicas que se deben afrontar al implementar proyectos de robótica educativos en el aula de. También se da a conocer un proyecto de robótica educativa denominado "Mundo Robótica" el cual busca involucrar la robótica en el aula de clase por medio de actividades prácticas y recursos de aprendizaje articulados desde una plataforma virtual.

PALABRAS-CLAVES: Robótica Educativa, STEAM, Mbot, Mind Storm, Regresión Lineal Multiple, Arima.

1 INTRODUCCIÓN

La robótica en el dentro del entorno pedagógico en cursos de educación secundaria es un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollar competencias generales como la socialización la creatividad y la iniciativa, que permitan al estudiante dar una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual. La presencia de la robótica en el aula de clase no intenta formar a los estudiantes en la disciplina de la robótica propiamente dicha, sino aprovechar su carácter multidisciplinar para generar condiciones favorables para el aprendizaje, donde el estudiante pueda percibir los problemas del mundo real,

imaginar y formular las posibles soluciones y poner en marcha sus ideas, mientras se siente motivado por temas que se van desarrollando

Los ambientes de aprendizaje permiten activar procesos cognitivos dentro de aspectos sociales, los cuales propician un proceso significativo en el estudiante y las destrezas necesarias para desempeñarse adecuadamente en el contexto diverso y complejo que requiere la sociedad. Estos espacios son generados gracias a las relaciones e interacciones que ocurren en el aula de clase entre los estudiantes y docentes, y entre ellos con los recursos con los que se cuenta. El principal objetivo de los entornos de aprendizaje, es convertir el aula de clases en un laboratorio de exploración y experimentación en donde los estudiantes se pregunten constantemente el cómo y el porqué de las cosas, en particular, se quiere que las nuevas generaciones se cuestionen respecto a los diferentes elementos, que además podemos encontrar en el entorno tecnológico actual, pero, sin una excusa como la robótica, estos elementos suelen pasar desapercibidos. Así pues, la robótica educativa pretende despertar en ellos el interés por los temas de clase y facilitar la comprensión de una variedad de conceptos y fenómenos.

La puesta en marcha de un proyecto de robótica incluye diversas áreas del conocimiento, tales como las matemáticas, la física, la electrónica, la mecánica y la informática, eso sin contar el área propia de la aplicación. Este confluir de muchas disciplinas la convierte en una gran alternativa integradora para la enseñanza. Pero la robótica no solo tiene la ventaja de integrar múltiples áreas del conocimiento, quizá su mayor cualidad en el ambiente educativo sea lo atractiva que resulta para jóvenes y adultos. Evidencia de este atractivo es la multiplicidad de películas cuya trama gira, de una u otra forma, alrededor de los robots. Todo esto lleva a que la presencia de la robótica en el aula de clase ofrezca a niños, niñas y jóvenes la posibilidad de interactuar con este elemento motivador, que además de centrar el interés de quien aprende en los temas que se enseñan, conecta a los estudiantes con las nuevas tecnologías mientras se le imprime sentido a los saberes que se pretenden enseñar.

En este trabajo se exploran los beneficios que trae la aplicación de la robótica en procesos de aprendizaje y se presentan las etapas típicas que se deben afrontar para generar ambientes de aprendizaje interdisciplinarios basados en la robótica.

Adicionalmente se presenta un proyecto de robótica educativa denominado Mundo Robótica, que articula desde una plataforma virtual diferentes recursos de aprendizaje basados en robótica.

La robótica educativa también conocida como robótica pedagógica es una disciplina que tiene por objeto la concepción, creación y puesta en funcionamiento de prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos también crea las mejores condiciones de apropiación de conocimiento que permite a los estudiantes fabricar sus propias representaciones de los fenómenos del mundo que los rodea, facilitando la adquisición de conocimientos acerca de estos fenómenos y su transferencia a diferentes áreas del conocimiento.

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; usar esta estrategia tiene la ventaja adicional de simultáneamente despertar el interés del estudiante por esos temas, al tiempo que pone de manifiesto la relación entre el contexto tecnológico en el que se desenvuelve la vida actual y los temas que se enseñan. En este sentido, un ambiente de aprendizaje con robótica educativa, es una experiencia que contribuye al desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortalece el pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal del estudiante, al tiempo que desarrolla su capacidad de resolver problemas concretos, dando así una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual.

Una característica especial que tiene la robótica educativa es la capacidad de mantener la atención del estudiante. El hecho de que el estudiante pueda manipular y experimentar con estas herramientas de aprendizaje basadas en robótica hace que puedan centrar sus percepciones y observaciones en la actividad que está realizando.

Para poder aplicar proyectos de robótica en el aula de clase es necesario disponer de diferentes herramientas de software y/o hardware que permitan al estudiante construir o simular diferentes prototipos robóticos (Castillo Pinto, 2014). Los kits comerciales de robótica son una gran opción para involucrar la robótica en el aula de clase. Estas herramientas educativas permiten a personas de todas las edades construir diferentes prototipos robóticos, sin necesidad de tener conocimientos avanzados en mecánica, electrónica o programación. Actualmente el mercado ofrece una variedad de herramientas para el aprendizaje y la estimulación. Entre los kits más conocidos en el mercado se pueden comentar: los Bee-Bot, VEX Robotics, Computing, LEGO MINDSTORMS, LEGO NXT, LEGO EV3, Mbot Makeblock.

En el mercado también se pueden encontrar programas especializados en robótica que permiten a niños y jóvenes controlar y simular diferentes prototipos robóticos.

Aunque no todos los colegios están en la capacidad de adquirir uno o más kits de robótica, esto no debe ser un impedimento para que los estudiantes entren en contacto con estas tecnologías, mas aun de poder de integrar la práctica con dicha teoría

adquirida. Se puede hacer uso del material reciclado de diferentes dispositivos electrónicos para la construcción de los prototipos robóticos, o alterar los juguetes tecnológicos para construir los prototipos de los robots. El objetivo de estas herramientas de robótica de material reciclado es la generación de ambientes de aprendizaje en las escuelas de secundaria.

A nivel de proyectos con Hardware Libre, se destacan los desarrollos basados en el sistema Arduino, que es una plataforma de desarrollo abierta que facilita el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Lo atractivo del sistema Arduino es que permite programar y controlar prototipos robóticos sin necesidad de tener conocimientos avanzados en electrónica o programación. Los sistemas Arduinos pueden ser programados en cualquier Sistema Operativo (Windows, Mac y Linux) en un entorno propio en lenguaje C/C++ o en Scratch for Arduino-S4A para niños. Una de las grandes fortalezas de los sistemas Arduino es su capacidad de integración con sistemas mecánicos de LEGO Education, LEGO Technic y Fischertechnik, con sensores y actuadores de Hitec Robotics o Mindsensors, con los motores y baterías de LEGO Power Functions y con dispositivos Android. En herramientas software libre, se destaca OpenQbo Robotic, una distribución de Linux basada en Ubuntu, que incluye software y aplicaciones dirigidas a la robótica.

2 OBJETIVOS

A continuación se exponen los 3 objetivos generales sobre los que se basa mi trabajo, así como sus correspondientes objetivos específicos en cada uno de ellos.

2.1 PRESENTAR UNA PROPUESTA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL USO DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

- Promover su integración en algunos talleres o materias afines a las ciencias para que en combinación con otros se puedan llevar a cabo proyectos. -Justificar la implicación de la robótica educativa en los programas curriculares, como física y matemáticas, con las condiciones y fórmulas del movimiento, matemáticas.
- Determinar la importancia de este tipo de actividades así como la tienen los talleres de artes plásticas, con la fabricación de muñecos y profundizando en la diversidad y correlacionar los contenidos de las materias con la robótica educativa.

2.2 FORMAR UNA SINERGIA DE APRENDIZAJE CIENCIAS, PROMOVIDO POR EL SISTEMA STEM

- Permitir el acceso a materias como de física, mecánica afines, las cuales permitirían primeramente determinar la población estudiantil interesados en el uso de la misma y acrecentar su población a través del Internet, foros y videos
- Fomentar concursos internos que elaboración de robots, para proyectarse posteriormente en concursos abiertos entre diferentes centros.

2.3 INCENTIVAR A LOS ALUMNOS EL INTERÉS Y UTILICEN DISTINTAS ÁREAS O DISCIPLINAS DEL CONOCIMIENTO

- Construir un robot educativo, así como detallar el montaje y programación del mismo, lo cual requieren conocimientos de mecánica, electricidad y programación, Los Jóvenes adquieren habilidades y nociones científicas.
- Involucrar a los estudiantes en procesos de solución de problemas, logrando que se desarrolle en ellos, un pensamiento sistemático. Así Mediante la construcción de robot, los estudiantes universitarios sobre todo, logran adquirir la experiencia necesaria en el diseño de prototipos por ejemplo de carácter industrial.

2.4 LA ROBÓTICA EN EL SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL

Tas la aprobación de la LOMCE y la publicación del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se ha elaborado el proyecto de Decreto que desarrolla el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria con el objetivo de "seguir aumentando el rendimiento académico y la excelencia educativa".

Es así, como con la nueva regulación, la ESO se organiza en materias y comprende dos ciclos: el primero, de tres cursos escolares (1º, 2º y 3º) y el segundo de uno (4º).

Las materias se agrupan en bloques de asignaturas: troncales, específicas y de libre configuración autonómica. El proyecto de decreto de la Comunidad establece para el primer ciclo las mismas materias del bloque de asignaturas troncales establecidas

en la LOMCE y en cuanto a las específicas, cursarán obligatoriamente Educación Plástica, Visual y Audiovisual, en 1º y 2º y Música en 2º y 3º.

Respecto a las materias de libre configuración los alumnos cursarán la materia de **Tecnología, Programación y Robótica** en los tres cursos. Además, el decreto dispone que los alumnos estudiaran una materia más de entre un elenco de asignaturas correspondientes bien al bloque de específicas, bien al bloque de libre configuración autonómica, “todo ello conforme a las posibilidades de organización de los centros”

2.5 HISTORIA DEL ARTE DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Antes de centrarnos en el concepto de Robótica Educativa (RE), primero me gustaría exponer qué es la robótica. Matías Romero, en la revista educativa *Robótica: entra al mundo de la inteligencia artificial*, expone que la Robótica es la ciencia que estudia el diseño y la implementación de robots, mediante la integración de diversas disciplinas, tales como la mecánica, electrónica, informática, entre otras. La RE emerge como una nueva manera de integrar las TIC en la educación. Según la revista *Ingenieros del futuro* (2007), “la robótica educativa es un sistema de enseñanza interdisciplinaria que potencia el desarrollo de habilidades y competencias en los alumnos”. Es una manera de integrar diferentes áreas del currículum mediante una misma práctica, implementando el trabajo en grupo, el liderazgo, entre otros, y mediante la construcción de robots. Tal y como indica, el término “robot” fue usado por primera vez en 1920, por Karel Capel, en su obra de teatro *Rossum’s Universal Robots*. Esta palabra, viene del vocablo checo “robota”, que significa “trabajo” o “obligatoriedad”. En la obra de teatro, estos “robots humanoides” trabajaban en una fábrica. Años más tarde, la obra fue adaptada al cine y el concepto de “robot” permaneció hasta nuestros días con ese significado.

Se tiene constancia, según el ya citado, que en el año 500 a.C., en China, se construye una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera capaz de dar saltos. Años después, hacia el 200 a.C., Filón de Bizancio, inventa la catapulta receptiva y construye un autómatas acuático. En la antigua Grecia, Arquitas de Tarento, considerado padre de la ingeniería mecánica y precursor occidental de la robótica, inventó el tornillo y la polea, entre otros. Durante estos siglos se construyeron numerosos aparatos robóticos, el mejor conservado y más antiguo es “El Gallo de Estrasburgo”, que funcionó desde 1352 hasta 1789. En los últimos años, los robots han tomado gran importancia en la sociedad, y no solo en películas, como hemos visto sino en muchos otros ámbitos. Sobre todo en el de la informática y de la electrónica, debido a los continuos avances que se producen, pero poco a poco, la robótica se está abriendo paso a través del contexto educativo hacia las clases de primaria

2.6 ROBÓTICA EDUCATIVA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Durante el siglo XIX, surgen distintos movimientos educativos proponiendo un cambio del paradigma que dominaba en la educación, un paradigma de una educación pasiva, en la que el profesor era el centro del aprendizaje, en vez de los alumnos, y estos simplemente se dejaban llevar por una pedagogía tóxica (Acaso, 2009). Poco a poco, empiezan a surgir dos teorías, las cuales serán los cimientos de la RE. Estas fueron las teorías constructivista de (Jean Piaget, 1967 ; Vygotsky, 1978) y la pedagogía del constructivismo desarrollada por Seymour Papert, 1980.

La primera, se sustenta en que el conocimiento no solo se transmite sino que se construye activando estos conocimientos en la mente del alumnado. La segunda, afirma lo mismo pero además que el conocimiento debe tener un significado especial para el alumno, en otras palabras, debe ser significativo. Es definida por su autor, (Papert, 1991) de gran relevancia para la RE, en el libro de *Constructionism* escrito por Harel. I (1991),

Este mismo autor que nos ocupa, fue el que situó los cimientos del uso de la RE en las clases, durante el siglo XX. Papert, creó un ambiente de aprendizaje para los alumnos en el cual podían programar ordenadores y robots. Mediante este uso, los alumnos pudieron ganar conocimiento en el uso de la tecnología. Según (Baker & Ansorge, 2006) los niños podían sentirse identificados con los robots, ya que son muestras concretas y físicas de manifestaciones de ordenadores y programas de los mismos. Por lo tanto, fue a partir de estas teorías y de este autor revolucionario cuando podemos empezar a hablar realmente de la Robótica centrada en la Educación. Hoy en día se puede implementar en las escuelas bajo este mismo pensamiento, pues los alumnos pueden manipular de fo.

2.6.1 LAS COMPETENCIAS CLAVE DE LOS DISEÑOS STEAM DENTRO DEL MARCO EDUCATIVO ACTUAL.

El actual sistema de enseñanzas STEAM del currículum educativo de la LOMCE, el BOE nº295,10 Diciembre 2013, viene determinado como una herramienta didáctica, aprendizaje basado en problemas y de interacción con los mismos.

Dentro de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología CMCT, la pedagogía referida a la robótica educativa tiene un gran protagonismo dado que esta misma pertenece a las actividades clasificadas como STEAM.

El anacronismo STEAM hace referencia a como a la **competencia matemática** como a la de **ciencia y tecnología**.

La competencia matemática requiere de conocimientos sobre los números, las medidas y las estructuras, así como de las operaciones y las representaciones matemáticas, y la competencia de ciencia y tecnología capacitan a ciudadanos responsables y respetuosos que desarrollan juicios críticos sobre los hechos científicos y tecnológicos que se suceden a lo largo de los tiempos, pasados y actuales.

De esta manera la robótica educativa tiene como finalidad complementar de forma curricular las competencias matemáticas y de tecnología, actualmente la tendencia está marcada por la adaptación progresiva de los centros hacia esta tendencia.

2.6.2 COMPETENCIAS EN EL SISTEMA EUROPEAS DE ENSEÑANZA EN DISEÑOS STEAM.

Los proyectos educativos e iniciativas englobadas bajo dicha denominación buscan que se aprovechen los puntos en común que hay entre estas cuatro materias para así llegar a desarrollar un enfoque interdisciplinario del proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de la incorporación de casos y situaciones de la vida diaria, permitiendo utilizar todas las herramientas tecnológicas necesarias. A continuación se mencionarán las principales características del modelo STEM, así como algunos de los retos que plantea su implementación en el sistema educativo.

Las cuatro disciplinas que engloba STEM se consideran vitales para tener una economía próspera y una sociedad segura y saludable.

En el mundo real, la ciencia se apoya en la tecnología, las matemáticas y la ingeniería, y a su vez la ingeniería depende de los descubrimientos de la ciencia, la aplicación de las matemáticas y el uso de herramientas tecnológicas.

Se necesita de mayor investigación para entender mejor los beneficios potenciales y limitaciones de la educación integral STEAM para estudiantes, maestros y escuelas.

De acuerdo a lo mencionado en los anteriores puntos podemos entender por qué este tipo de iniciativas se han convertido en parte de los objetivos fundamentales de la educación ya que no sólo de países como **Estados Unidos, Reino Unido o Finlandia** lo han implementado, sino también del conjunto de la Unión Europea y por recomendaciones de diversos organismos internacionales. Incluso compañías líderes en diversos sectores, pero en general muy vinculadas al ámbito tecnológico, han unido esfuerzos con las administraciones públicas para desarrollar programas o iniciativas de fomento de las vocaciones tecnológicas entre los jóvenes.

2.7 RECURSOS DEL SISTEMA PROPUESTO

El material ha sido diseñado para alumnos de entre 10-14 años en adelante. Recomendable el trabajo en equipo de tres estudiantes o individualmente para niños con cualquier formación académica que podrán construir, investigar y aprender de los modelos y sistemas mostrados.

El paquete de actividades que presentamos en este taller de robótica permite a los niños trabajar como jóvenes científicos, ingenieros y diseñadores, ofreciéndoles situaciones, herramientas y tareas que fomentan el desarrollo de la tecnología, la ciencia y las matemáticas.

Con las actividades que se van a realizar en este taller de robótica, los niños se sienten animados a implicarse en investigaciones y problemas razonados reales; realizan predicciones; diseñan y crean modelos, observando después su comportamiento; reflejan y rediseñan, anotando y presentando posteriormente sus hallazgos.

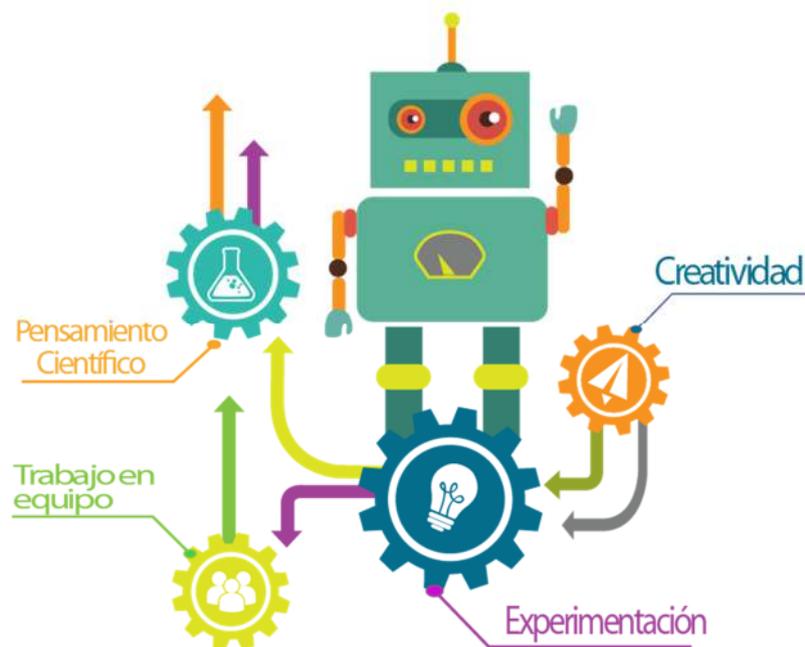


Fig. 1. Representación de las etapas dentro del proceso del taller

Este taller de robótica permite a los profesores cubrir las siguientes habilidades generales:

- Pensar en lo que podría ocurrir y probar ideas nuevas
- Realizar comparaciones cambiando factores y observando o midiendo los efectos
- Realizar observaciones y medidas sistemáticas
- Pensar con creatividad para intentar explicar la forma en que programan su robot.
- Establecer enlaces entre la causa y el efecto
- Diseñar y fabricar maquinarias que cumplan criterios específicos
- Decidir si los resultados coinciden con las predicciones realizadas, y si las conclusiones permiten realizar más predicciones
- Revisar el trabajo y describir su importancia y limitaciones
- Probar ideas utilizando el resultado de sus observaciones y medidas
- Realizar preguntas que puedan ser comprobadas
- Reflexionar acerca de cómo encontrar respuestas e imaginar nuevas posibilidades

Los equipos con los que se trabajan son dos sistemas robóticos muy conocidos y de fácil adquisición:

- Robot Arduino: basado en el controlador Arduino el cual se puede ampliar con múltiples sistemas y equipos. Es un sistema totalmente abierto que además de la robótica también se puede emplear para el control de múltiples equipos



Foto 1. Robot educativo Mbot y placa Arduino UNO

- Robot LEGO MINDSTORMS: un robot comercial de fácil adquisición y con el respaldo de la multinacional Lego y compatible con la serie Technics de la marca.



Foto 2. Dispositivos Robot educativo EV3

2.8 COMPETENCIA CURRICULAR DE LA MATERIA

Las Competencias que intentamos conseguir con este taller para los alumnos son variadas y forman parte de las competencias básicas que son considerados imprescindibles desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos (Zúñiga y Lourdes , 2002) .



Fig. 2. Representación de las competencias de valores adquiridos

2.9 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL

Son dos los aspectos de la tecnología digital aplicada al ámbito educativo como un medio de información y como medio de construcción. Ambos son de igual importancia, pero el lado constructivo de la tecnología digital ocupa un segundo lugar muy disminuido frente al dominante lado informativo.

La preparación de los proyectos mostrados contribuye al desarrollo de esta competencia en toda su amplitud, considerando los dos aspectos de la tecnología digital:

- Como medio de construcción mediante la programación del robot que debe resolver las misiones de la mesa de juego.
- Como medio de información con la preparación del Proyecto Científico, donde hay que localizar, procesar, elaborar, almacenar y presentar información.

2.10 COMPETENCIA PARA APRENDER A APRENDER

A la adquisición de la competencia de aprender a aprender se contribuye con el desarrollo de estrategias de resolución de problemas. En particular mediante la obtención, análisis y selección de información útil tanto para el Desarrollo del Robot como para el Proyecto Científico. Se pretende conseguir que los niños desarrollen sus conocimientos no solo a partir de la labor de su profesor sino, sobre todo, a partir de sus propias experiencias y conclusiones. Se puede aprovechar el interés natural del alumno en crear, construir e inventar para motivarle a aprender, investigar y pensar.

2.11 AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL

La contribución a la autonomía e iniciativa personal se centra en el modo particular con que se han diseñado los problemas, planteándolos como retos que los alumnos deben resolver. Y será mayor en la medida en que se fomenten modos de enfrentarse a ellos de manera autónoma y creativa, se incida en la valoración reflexiva de las diferentes alternativas y se prepare para el análisis previo de las decisiones que se toman. A través de esta vía se ofrecen muchas oportunidades para el desarrollo de cualidades personales como la iniciativa, el espíritu de superación, la perseverancia frente a las dificultades, la autonomía y la autocrítica, contribuyendo al aumento de la confianza en uno mismo y a la mejora de su autoestima.

2.12 COMPETENCIA MATEMÁTICA

El uso instrumental de conocimientos y técnicas matemáticas contribuye a configurar adecuadamente la competencia matemática, en la medida en que brinda situaciones de aplicación práctica, facilita la visibilidad de las relaciones entre los diferentes contenidos matemáticos y colabora a la confianza en el uso de las herramientas matemáticas. Algunas de ellas están especialmente presentes debido al manejo de la información procedente de los sensores del robot, procesamiento de la información según el programa de funcionamiento y envío de órdenes a los servomotores de salida. Esto permite trabajar en el aula cuestiones como la medición y el cálculo de magnitudes, el uso de escalas, y la resolución de problemas basados en la aplicación de expresiones matemáticas y principios físicos.

2.13 COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA

La contribución a la competencia en comunicación lingüística se realiza a través de la adquisición de vocabulario específico relacionado con el tema de los desafíos propuestos. Este vocabulario ha de ser utilizado en la preparación del proyecto científico en los procesos de búsqueda, análisis, selección, resumen y comunicación de información. La lectura, interpretación y redacción de informes y documentos técnicos contribuye al conocimiento y a la capacidad de utilización de diferentes tipos de textos y sus estructuras formales.

Por otro lado, la robótica es un área de conocimiento tecnológico muy actual. Como todos los campos de alta tecnología y en constante desarrollo, la mayoría de la nomenclatura técnica se encuentra en inglés. Esto permite contribuir al pluri-lingüismo con actividades de manejo de vocabulario técnico en inglés.

2.14 COMPETENCIA EN CONOCIMIENTO Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO FÍSICO

Se contribuye a la adquisición de la competencia en el conocimiento y la interacción con el medio físico, principalmente mediante el conocimiento y comprensión de procesos y sistemas tecnológicos asociados a los robots, y a través del desarrollo de destrezas técnicas y habilidades para manipular objetos con precisión y seguridad.

La interacción con un entorno en el que lo tecnológico constituye un elemento esencial, se ve facilitada por el conocimiento y utilización del proceso de resolución técnica de problemas y su aplicación para identificar y dar respuesta a necesidades, evaluando el desarrollo del proceso y sus resultados.

2.15 COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA

La contribución a la adquisición de la competencia social y ciudadana, en lo que se refiere a las habilidades para las relaciones humanas vendrá determinada por el modo en que los equipos y el alumnado expresa y discute ideas y razonamientos, escucha a los demás, aborda dificultades, gestiona conflictos y toma decisiones, practicando el diálogo, la negociación, y adoptando actitudes de respeto y tolerancia hacia sus compañeros.

2.16 COMPETENCIA CULTURAL Y ARTÍSTICA

Por último, la competencia cultural y artística se desarrolla con la preparación de las presentaciones de los proyectos realizados al resto de compañeros y la posibilidad de plasmar todo lo aprendido en cada practica en un poster con los datos y programas realizados.

2.17 INTRODUCCIÓN ARDUINO

Arduino es una tarjeta electrónica que integra básicamente a un micro controlador, que es un pequeño circuito integrado que puede programarse, es decir, ejecutar ordenes pre cargadas, y un conjunto de pines de conexión de entradas y salidas que permiten, mediante un determinado programa, interaccionar con el medio físico mediante sensores y actuadores electrónicos. De esta forma podrás crear tus propios proyectos tecnológicos, dotarlos de sensores que detecten magnitudes físicas como luz, calor, fuerza, etc.... y en base a esa información, escribiendo un programa, activar otros dispositivos (actuadores) como pequeñas bombillas, ledes, servomotores, pequeños motores de corriente continua, relés, etc.... Los sensores se conectan a los pines de entrada y los actuadores a los de salida.

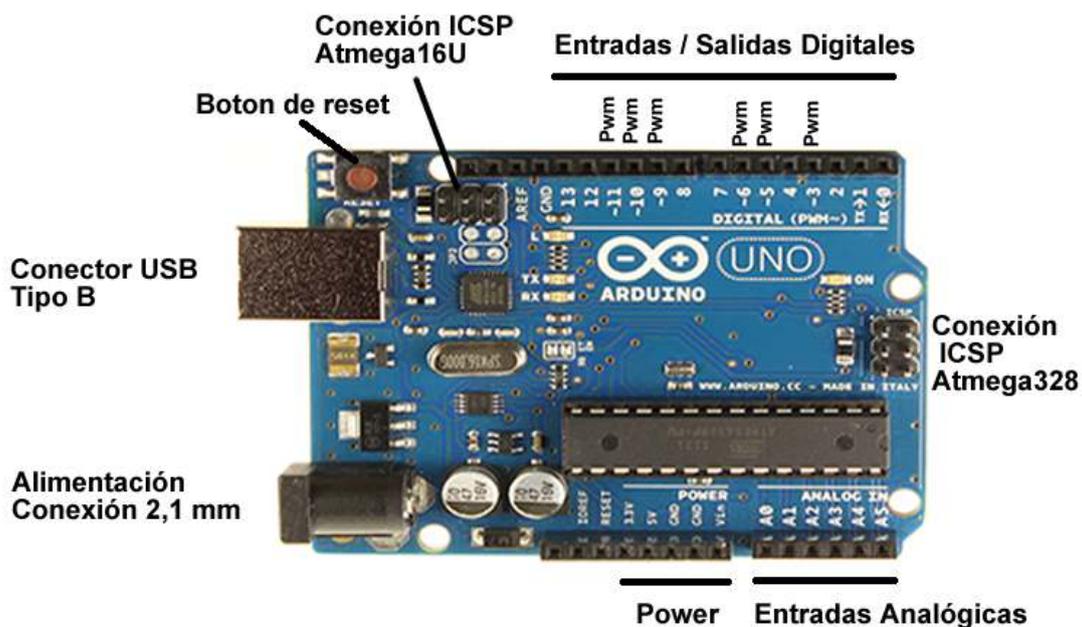


Foto 3. Placa Arduino Uno

Para conocer el sistema vamos a realizar varias practicas con LED para la realización de un semáforo y sensores que detecten diferentes magnitudes físicas. Las edades recomendadas para este tipo de cursos se encuentran de forma prematura desde los 8 hasta los 14 años.

Con estas prácticas vamos a conseguir:

- Conocer el funcionamiento y utilizar una tarjeta controladora.
- Aprender a utilizar los diagramas de flujo al realizar tareas de programación.
- Introducir el concepto de controladora.
- Mostrar cuáles son las principales controladoras disponibles en el aula de Tecnología y en el ámbito educativo.
- Mostrar las conexiones básicas.
- Conocer las interfaces de alguna de las controladoras empleadas en el taller de tecnología
- Conocer los fundamentos básicos del lenguaje para tarjetas controladoras.
- Presentar el diagrama de bloques de un sistema de control por ordenador.
- Revisar el concepto de señal digital.
- Mostrar las acciones básicas que pueden realizarse con un control de ordenador: accionamiento de diodos luminiscentes Leds.
- Presentar un sistema sencillo de control por ordenador.

2.17.1 CONCEPTOS BÁSICO

- Control por ordenador.
- Controladoras e interfaces de control.
- Dispositivos de entrada-salida de control.
- Tipos de controladoras centrándonos en concreto en una Arduino.
- Codificación de programas para tarjetas controladoras
- Interfaces de control y programación.
- Diagramas de flujo.

2.17.2 PROCEDIMIENTOS

- Utilizar la tarjeta controladora.
- Interpretar y elaborar de diagramas de flujo.
- Diseñar programa para controlar las entradas y salidas digitales de una controladora.
- Utilizar una controladora para regular el funcionamiento de circuitos eléctricos con la ayuda de un ordenador.
- Interpretar programas sencillos.
- Elaborar programas sencillos en lenguaje para Arduino y utilizarlos a continuación para el control de sistemas.

2.18 MÉTODOLÓGIA

El método básico de trabajo a seguir será el que permita a los niños experimentar los principios de programación y armado de los robots y que permitan la comprensión de los conceptos que se van a explicar en el taller.

Dependiendo de la dinámica grupal que se lleve a cabo, se realizará la introducción de las prácticas y si el profesor lo desea, puede continuar con una actividad que mostrará el reto de la actividad a realizar según lo explicado. Las actividades pueden utilizarse simultáneamente, sin embargo, se recomienda enseñar los temas base en un inicio para que el alumno conozca los principios básicos en el uso del software y la programación del robot.

Conectar, Construir, Contemplar y Continuar. Esto les permitirá progresar naturalmente por medio de las actividades.



Fig. 3. Sinergia del método de trabajo

1ª. Conectar. Una clave para aprender haciendo es el hecho del que el niño aprende mejor cuando ellos pueden relacionar una nueva experiencia a cualquier conocimiento existente en su memoria o quedar expuesto a ideas que lo inspiren a aprender más acerca de ello. Esta fase ayuda a proporcionar un contexto, relacionándolo a un problema o desafío de la vida cotidiana que los alumnos deben resolver

2ª. Construir. En esta fase se refiere a la construcción o ensamble de cosas del mundo real, para que el nuevo conocimiento pueda ser relacionado a situaciones de su vida cotidiana. Tendrán asignaciones diferentes en los cuales tendrán que planear, animar y resolver con sus propias propuestas los desafíos o problemas propuestos en la fase anterior.

3ª. Contemplar. Un importante aspecto del proceso de aprendizaje es la contemplación. Implica que los alumnos tomen su tiempo para pensar acerca del problema propuesto, observando y construyendo de tal modo que profundicen, reflexionen y comprendan lo que están haciendo al igual que adaptar sus ideas.

4ª. Continuar. Finalmente, la fase de continuar nos permite estimular su curiosidad, siendo esta una parte natural en el alumno, esta cualidad nos ayuda a animar al estudiante a proponer nuevas soluciones al problema propuesto. Esto le permitirá al alumno iniciar nuevamente en la etapa de construir, logrando un aprendizaje constante y con diferentes niveles de complejidad en los problemas o desafíos que se le presenten.

Este método tiene en cuenta la conocida pirámide del aprendizaje de Edgar Dale. Dicha pirámide representa la profundidad del aprendizaje realizado con la ayuda de diversos medios externos y nos muestra que aprendemos y recordamos más, acerca de lo que hacemos y decimos.



Fig. 4. Pirámide de las competencias adquiridas durante el aprendizaje.

2.19 MÉTODO COMPARATIVO CONSTANTE (CUANTITATIVA)

Esta teoría deductiva e intuitiva surge de la observación y genera datos, esta teoría tiene como principal objetivo explicar el suceso mediante pronósticos y predicciones.

Este método codifica y analiza datos para desarrollar conceptos, mediante la comparación continua de incidentes específicos de los datos el investigador identifica conceptos y propiedades y desarrolla una teoría para generar modelos para facilitar el análisis), tenemos que identificar patrones además de relaciones entre dichos patrones, lo que concluye que tenemos que generar una serie de categorías "inductivas" y hacer un análisis con el comportamiento social del grupo.

2.20 MUESTREO TEÓRICO (CUALITATIVA)

El análisis focalizaría plantear un foro y cada alumno prepare una redacción no más varias líneas, sobre el tema a tratar. Posteriormente se evalúan dichas propuestas que Según Strauss y Corbin (2002) el primer paso del análisis tendríamos la codificación abierta sería una análisis por rotulación donde evaluaríamos frase a frase la propuesta de los alumnos al foro expuesto. El segundo paso sería la codificación axial, sería generar categorías y sub-categorías.

2.21 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Los objetivos son que los alumnos aprendan la dinámica de programación de mediante algoritmos de resolución de cálculos de áreas y ángulos de triángulos con el MBOT, para que realice funciones varias.

2.22 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

- Desarrollo de las habilidades en la programación del robot educativo.
- Identificar los parámetros que determinan cada acción.
- Diseñar el algoritmo de ejecución para realizar la tarea propuesta.
- Participación en el grupo de trabajo y aportación de ideas.

2.22.1 INSTRUMENTOS PARA RECOGER LA INFORMACIÓN QUE QUIERES DESCRIBIR.

Mediante una Pantalla interactiva y el robot Mbot, daríamos las consignas o materias necesarias para realizar el análisis. Utilizaríamos unas plantillas a modo de cuestionario donde cada alumno determinará el hito conseguido en el desarrollo de las actividades. El Docente valorará la participación de cada uno en el desarrollo de las mismas.

2.22.2 PLANIFICACIÓN O FASES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Presentación de las variables que pueden desarrollar el Robot educativo
2. Mostrar dos casos prácticos y desarrollar de los pasos de dicho proceso.
3. Plantear un problema determinado, con hitos a cumplir.
4. Tiempo de trabajo de los alumnos (30 minutos).
5. Rellenar por cada alumno la ficha con los hitos conseguidos con la supervisión del docente.
6. Una vez recogidas las fichas y resolución del ejercicio.
7. Resolución de dudas y apreciaciones del docente en la adquisición de competencias de los alumnos.
8. Una vez obtenidos los resultados, interpretación de los mismos.

2.22.3 APLICACIÓN MUESTREO TEÓRICO

Todo proyecto educativo debe enmarcar su funcionamiento y accionar a la luz de un marco pedagógico elocuente y fácilmente comprensible para quienes tienen la tarea de ejecutarlo. El enfoque o marco pedagógico extrae y coloca como derroteros los ejes epistemológicos sobre los cuales el proyecto educativo va a conducir sus esfuerzos y con los cuáles valorará su impacto y alcance.

Los contenidos que los estudiantes abordan en los proyectos de robótica educativa, los hemos pulido regularmente. En los primeros años del proyecto, procurábamos que los estudiantes escogieran una temática particular que deseaban estudiar y luego se les apoyaba para que construyeran una 8 representación con robótica que mostrará parte de ese aprendizaje. Por las facilidades que brindan los recursos del mercado para hacer construcciones y programaciones (por ejemplo el LEGO), los estudiantes optaban por proyectos que se representaban (construían y programaban) fácilmente como máquinas u objetos aislados y sin relación con respecto a otros creados por los estudiantes de su mismo grupo

2.22.4 PROBLEMA A INVESTIGAR

Comparación entre tiempos de comprensión de las materias utilizando método ordinario según libros didácticos y TICs.

2.23 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Los objetivos son que los alumnos aprendan la dinámica de programación de mediante algoritmos la programación, para que realice funciones varias.

2.24 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

- Preparar un formulario conjuntamente de hitos a superar.
- Rellenar el formulario de la encuesta por cada alumno determinando categorías y sub-categorías del ejercicio.
- Determinar a partir del formulario las categorías y sub-categorías y tener en cuenta para explicar la actividad.

2.25 MATERIAL PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Utilizaríamos unas plantillas a modo de cuestionario donde cada alumno determinará el hito conseguido en el desarrollo de las actividades. El Docente valorará la participación de cada uno en el desarrollo de las mismas.

2.26 PLANIFICACIÓN O FASES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Presentación de las variables que pueden desarrollar el Robot educativo
2. Pantear un foro de actuación donde se determinan las categorías y sub-categorías del desarrollo de programación para obtener áreas y ángulo de triángulos.
3. Confección de ficha donde cada alumno caracteriza las prioridades y definiciones de las categorías y sus categorías.
4. Evaluar las fichas elaboradas y generar una estrategia común a seguir para adquirir las competencias buscadas.
5. Generar una hoja de ruta común e impartir la materia.
6. Evaluar de forma individual mediante una ficha de seguimiento los objetivos conseguidos.
7. Realizar un análisis porcentual de resultados común por categorías y sub-categorías

Los objetivos están determinados por la el desarrollo de los elementos o hitos logrados y poder cuantificar el desarrollo de la evolución de las competencias adquiridas.

2.27 OBJETIVOS GENERALES

Descubrir por qué estudiantes de la misma edad o nivel escolar obtienen diferentes resultados en la materia propuesta y cómo esta variabilidad se explica según el entorno de cada aula, así como clasificar de forma previa los alumnos con problemas de inserción derivados de problemática domestica.

2.28 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar los diferentes recursos de que dispone cada alumno, tipo tablets, calculadoras ,Smartphone y relacionarlos con el rendimiento de la actividad ,dependiendo de la edad y país y zona de origen dentro de la comarca determinada edad y niveles de grado dentro del centro.

Instrumentos que utilizarías para recoger la información que quieres medir.

- Ficha de resultados de cada alumno, dónde se detalla el resultado obtenido.
- Pizarra interactiva para generar una razón estadística y poder generar una estrategia común.

2.29 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Explicar los conceptos generales de cálculo de áreas de polígonos
2. Evaluar y determinar unos objetivos a cumplir.
3. Repartir fichas con el desarrollo de los puntos a superar, marcados porcentualmente para poder evaluar el alcance de cada alumno.
4. Hacer un análisis cuantitativo general de los resultados.
5. Separar dichos resultados por edades
6. Modelizar mediante un análisis auto-regresivo lineal de media móvil los resultados obtenidos, para poder seguir la línea de investigación y realizar modelos predictivos.

2.30 EVALUACIÓN

Determinamos la puntuación de cada alumno según los resultados obtenidos, para ello marcamos una puntuación según el alcance de la respuesta que haya logrado en su equipo informático.

Grado 1 (4 Puntos)

1. Maniobras básicas con el Robot , dónde el alumno tiene como objetivo desplazar hacia delante el Robot y se pare ante un obstáculo.

Grado 2 (2 Puntos)

2. Realizar ábaco de optimización que obtendríamos entre la relación del área y el perímetro.

Grado 3 (2 Puntos)

3. Aprender los parámetros básicos de la programación del Robot educativo.

Grado 4 (2 Puntos)

4. El Robot seguiría una línea determinada por nosotros un lado determinado ,creando un cuadrado elegido dentro del ábaco que creamos en el paso 1.

Tabla 1. Sistema de Evaluación para determinar criterios pedagógicos en el estudio de robótica

		Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Grado específico	Competencias/ Tarea de trabajo	Desplazar el Mbot hasta encontrar obstáculo y parar	Desplazar Mbot hasta encontrar línea y parar	EL Mbot debe seguir el recorrido de una línea siguiendo su trazado	El Mbot debe seguir una línea y contar el espacio recorrido y mostrarlo en la pantalla de Led's
General	Comprensión de las instrucciones básicas	1 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto
	Aprendizaje de la programación de los sensores y dispositivos de control	1 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto
Específico	Operaciones de programación con sensores	1 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto
	Operaciones de programación de control de secuencias	1 Punto	0.5 Punto	0.5 Punto	1 Punto

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

El análisis de regresión lineal múltiple busca establecer una relación entre una variable dependiente en este caso el ausentismo laboral y dos o más variables independientes.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (1)$$

En método basado en un registro de datos lo cual se hace normalmente basado en el método de mínimos cuadrados con el Minimizar la diferencia entre los valores observados y estimados. Los valores obtenidos del modelo predictivo deben tener poca o ninguna correlación con los datos de las variables de base del estudio para evitar problemas causados por la multicolinealidad. De esta manera obtenemos unos parámetros en primer lugar y un último término independiente se denomina residual (o error ajustado).

El análisis de regresión se utiliza de otra manera para probar la significación general (prueba F) de la ecuación Y (Abstención laboral) la importancia de cada coeficiente de regresión. En orden para obtener resultados válidos de estas pruebas Y distribuidos independientemente, con una media de cero y una varianza constante de r^2 , coeficiente de determinación, que no sólo indica la bondad del ajuste, sino que también puede ser interpretado como la cantidad de variación de la variable dependiente explicado por la ecuación de regresión.

Antes de seleccionar un modelo de regresión, es aconsejable corroborar la matriz de variables tanto dependiente como las variables de base predictivas para ver si la regresión lineal es apropiada y, en caso afirmativo, qué modelo debería ser adoptado. Aquí una ecuación lineal podría ser suficiente, pero para cuidar cualquier curvatura se incorporó un término de segundo orden. Ambas matrices de diagrama de dispersión también indican una fuerte correlación entre las variables independientes modelos.

El análisis de regresión real se realizó iterativamente con el paquete de software IBM SPSS Statistics, versión 21. Durante estas iteraciones, se eliminaron los valores atípicos de las condiciones residuales, ya que calculado durante el análisis de regresión lineal se basan en una distribución de estos términos de error. La medida en que estos términos fueron eliminados de la norma términos de error.

3.2 ANÁLISIS MEDIANTE MÉTODOS AUTOREGRESIVOS DE MEDIA MÓVIL

La metodología ARIMA tiene como objetivo extraer las regularidades observadas en el comportamiento anterior de la variable, y si ellas condiciones estructurales que componen la serie permanecen constantes, predecir su comportamiento en el futuro. Este modelo es conocido como Box - Jenkins por ser sus creadores [35,36]. Es ampliamente utilizado para el análisis de series económicas, así como en hidrología, medicina y meteorología, aunque el campo en el que la metodología ARIMA encuentra su papel principal para la predicción fines es con predicción a corto plazo y en serie con una componente estacional.

La teoría de los procesos estocásticos, la ARIMA procesos, proporciona una metodología general para el análisis de una sola variable en la serie que muestra una clara dependencia entre valores presentes y pasados. Auto-regresivo (AR), Integrado (I), de promedios móviles (ARMA). El modelo ARIMA presenta una ecuación explícita que nos permite describir una observación de la serie como lineal función de los datos anteriores y los errores debidos al azar, que pueden también incluye un componente cíclico o estacional que describe cada uno de los componentes que pueden ser parte del modelo, así como la notación usualmente usada para describirlos, que será utilizado en este estudio. La función general representada por el modelo ARIMA (p, d, q).

3.3 MODELOS AUTORREGRESIVOS AR(p)

Los modelos ARIMA tratarán de expresar la evolución de una variable Y_t de un proceso estocástico en función del pasado de esa variable o de impactos aleatorios que esa variable sufrió en el pasado. Para ello, se utilizarán dos tipos de formas funcionales lineales sencillas: los modelos AR (Modelos Auto-regresivos), y los modelos MA (de Medias Móviles).

Definimos un modelo AR (autorregresivo) como aquel en el que la variable endógena de un período t es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores (parte sistemática) más un término de error ruido blanco (innovación).

Los modelos auto-regresivos se abrevian con la palabra AR tras la que se indica el orden del modelo: AR(1), AR(2),...etc. El orden del modelo expresa el número de observaciones retasadas de la series temporal analizada que intervienen en la ecuación. Así, por ejemplo, un modelo AR(1) tendría la siguiente expresión:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + a_t \quad (2)$$

La expresión genérica de un modelo auto-regresivo, no ya de un AR(1) sino de un AR(p) sería la siguiente:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \quad (3)$$

3.3.1 MODELO DE MEDIAS MÓVILES MA(q)

Un modelo de los denominados de medias móviles es aquel que explica el valor de una determinada variable en un período t en función de un término independiente y una sucesión de términos de error, de innovaciones correspondientes a períodos precedentes, convenientemente ponderados. Estos modelos se denotan normalmente con las siglas MA, seguidos, como en el caso de los modelos autorregresivos, del orden entre paréntesis. Así, un modelo con q términos de error MA(q) respondería a la siguiente expresión:

$$Y_t = \mu + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad (4)$$

3.3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

En dicho estudio la población estaba compuesta por 20 alumnos que se les puntuaba sobre cuatro fases del desarrollo de programación tanto en sistema Arduino+ Scratch como EV3 MindStorm. El tiempo de la prueba fue de 45 minutos.

Sobre una puntuación de 10, se evaluó a los alumnos en los dos sistemas según los logros obtenidos en el ordenador. posteriormente se realiza una modelización de los resultados obtenidos.

Tabla 2. Resultados de las pruebas de realizadas asociados a los resultados de las notas de matemáticas según distribución de edades

Calificación de respuestas correctas por alumno Makeblock/Arduino+Scratch				Calificación de respuestas correctas por alumno MindStorm EV3			
Alumnos	Edad	Notas en Matemáticas	Respuestas correctas	Alumnos	Edad	Notas en Matemáticas	Respuestas correctas
1	10	5,70	7,00	1	10	5,70	5,00
2	10	7,00	6,00	2	10	7,00	8,00
3	10	4,20	5,00	3	10	4,20	4,00
4	10	6,60	7,00	4	10	6,60	7,00
5	11	7,00	6,00	5	11	7,00	8,00
6	11	3,00	5,00	6	12	3,00	1,00
7	11	4,00	5,00	7	12	4,00	4,00
8	12	5,00	6,00	8	12	5,00	5,50
9	12	5,80	6,00	9	12	5,80	4,20
10	12	8,70	8,00	10	10	8,70	6,00
11	10	7,40	7,00	11	10	7,40	6,00
12	10	5,00	5,50	12	10	5,00	4,00
13	11	4,30	5,00	13	11	4,30	2,00
14	11	7,00	6,00	14	11	7,00	8,00
15	11	5,00	6,00	15	11	5,00	5,00
16	13	6,30	5,50	16	13	6,30	5,00
17	13	8,40	8,00	17	13	8,40	9,00
18	14	7,50	7,00	18	14	7,50	8,00
19	15	8,00	7,00	19	15	8,00	9,00
20	15	6,50	8,00	20	15	6,50	9,00

Secuencia de la evaluación:

1. Recopilación de datos de la serie.
2. Análisis de la estacionalidad y posible transformación de la serie.
3. Identificación de la modelo.
4. Estimación de coeficientes del modelo.
5. Validación y selección del modelo
6. Predicción.

3.3.3 MODELIZACIÓN DE LOS RESULTADOS

Utilizando el Software SPSS IBM, realizamos las regresiones lineales múltiples donde la variable dependiente será la nota obtenida en la prueba de robótica para ambos sistemas.

3.3.4 MÉTODO REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE VARIABLE

Tabla 3. Datos estadísticos mediante regresión múltiple para estudio Makeblock/ Scratch+ Arduino

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,82
Coeficiente de determinación R ²	0,73
R ² ajustado	0,69
Error típico	0,56
Observaciones	20

Tabla 4. Análisis de varianza para estudio Makeblock/ Scratch+ Arduino

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	14,03	7,01	21,81	2,68 E-05
Residuos	16	5,14	0,32		
Total	18	19,18			

Tabla 5. Datos estadísticos mediante regresión múltiple variable para estudio MindStorm EV3

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,89
Coefficiente de determinación R^2	0,75
R^2 ajustado	0,67
Error típico	1,35
Observaciones	20

Tabla 6, Análisis de varianza para estudio MindStorm EV3

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	72,99	36,4	19,80	4,62 E-05
Residuos	16	29,41	1,83		
Total	18	102,40			

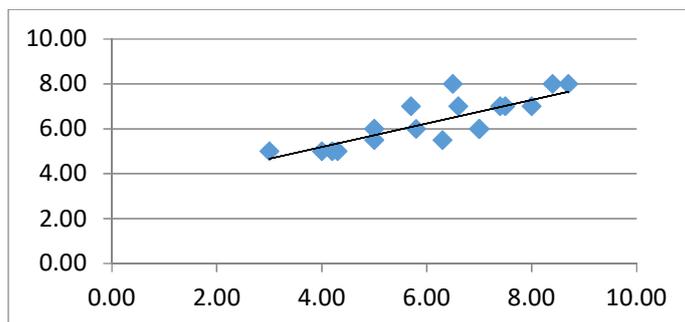


Fig. 5. Regresión de datos de muestreo alumnos en la prueba de Makeblock/ Scratch+ Arduino

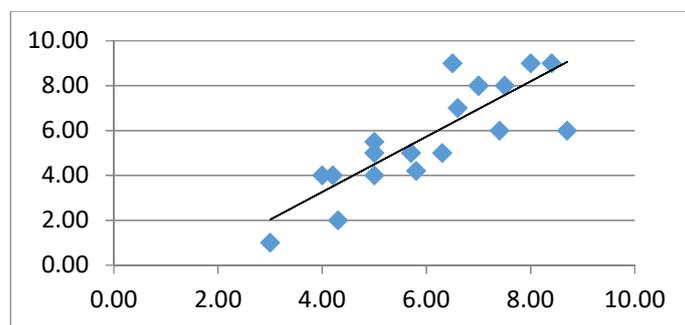


Fig. 6. Regresión de datos de muestreo alumnos en la prueba de MindStorm EV3

$$y = 1.232x - 1.656 \quad (5)$$

$$y = 0.522x + 3.101 \quad (6)$$

La figura 7 y 8, muestran las regresiones combinadas entre los datos de entrada, la cual nos da una indicación del índice correlativo entre dichos datos. R^2 expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que está explicada por la variable independiente, el cual es mejor en el modelo de segundo orden, R^2 ajustada es una mejora de R^2 según el número de variables

El dato de la estadística de Durbin-Watson, es un dato que determina la presencia de auto correlación, dónde los valores menores que 2 indican auto correlación positiva y los mayores que 2 auto correlación negativa. Así el coeficiente de Durbin-Watson está mejor ajustado en el modelo de regresión lineal que en el de segundo orden. Como tanto los valores de los dos modelos se encuentran entre 1,5 y 2,5, podemos asumir que los residuos son independientes. El RSME (desviación de la raíz cuadrada media) de los modelos de primer y segundo grado 0.81 y 2.34 lo que sugiere que la ecuación de estimación presentada anteriormente funciona razonablemente bien durante el período de estudio.

En resumen, el error se distribuyó con una varianza constante. La estadística de Durbin-Watson sugirió que los errores no fueron auto correlacionados para ambos modelos.

3.3.5 MÉTODO AUTO REGRESIVO DE MEDIA MÓVIL

Tabla 7. Datos estadísticos mediante ARIMA (2,0,2) para estudio Makeblock/ Scratch+ Arduino

Estadístico de ajuste	Media
R cuadrado estacionaria	0,85
R cuadrado	0,85
RMSE	1,234
MAPE	19,986
MaxAPE	103,420
MAE	,816
MaxAE	2,016
BIC normalizado	1,470

Tabla 8. Parámetros de modelización para ARIMA (2,0,2) para estudio Makeblock/ Scratch+ Arduino

Nota	Sin transformación	Constante		-5,710	2,528	-2,258	,040
		AR	Retardo 1	-,425	,475	-,895	,386
			Retardo 2	-,119	,317	-,375	,714
		MA	Retardo 1	-,994	9,463	-,105	,918
Nota Matemáticas	Sin transformación	Numerador	Retardo 0	1,248	,241	5,185	,000
Edad	Sin transformación	Numerador	Retardo 0	,342	,216	1,584	,135

Tabla 9. Datos estadísticos mediante ARIMA (2,0,2) para estudio MindStorm EV3

Estadístico de ajuste	Media
R cuadrado estacionaria	0,92
R cuadrado	0,87
RMSE	,499
MAPE	5,400
MaxAPE	15,695
MAE	,335
MaxAE	1,099
BIC normalizado	-,491

Tabla 10. Parámetros de modelización para ARIMA (2,0,2) para estudio MindStorm EV3

Nota	Sin transformación	Constante		2,062	,443	4,652	,000
		AR	Retardo 1	-1,592	,173	-9,183	,000
			Retardo 2	-,880	,136	-6,470	,000
		MA	Retardo 1	-,991	5,818	-,170	,000
Nota Matemáticas	Sin transformación	Numerador	Retardo 0	,562	,054	10,411	,000
Edad	Sin transformación	Numerador	Retardo 0	,064	,045	1,422	,177

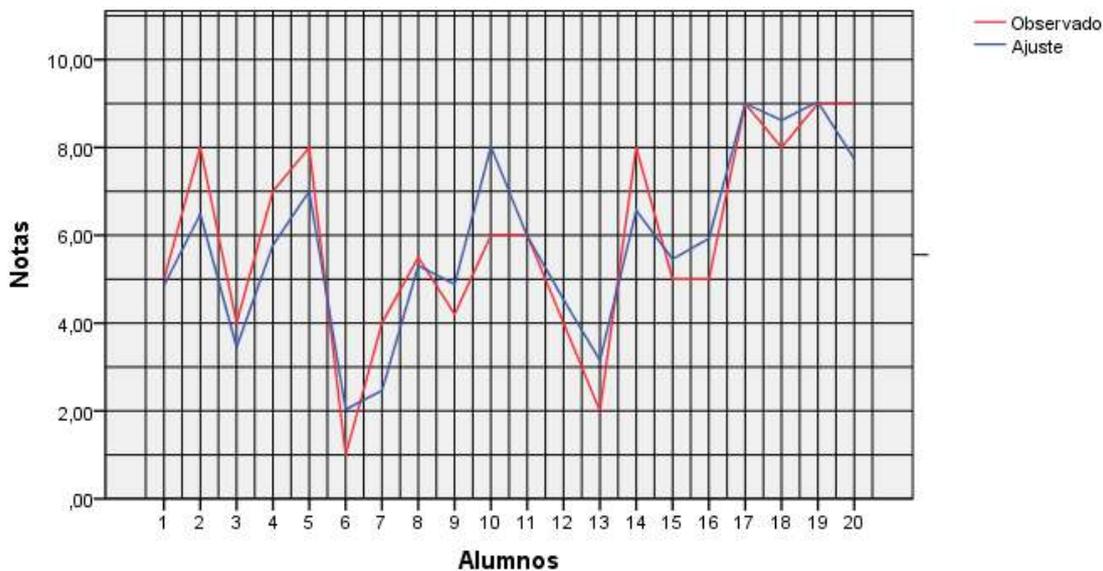


Fig. 7. Curvas comparativas entre datos de muestra observados y de ajuste según modelo ARIMA (2, 0,2), para evaluación de programación Makeblock/ Scratch+ Arduino

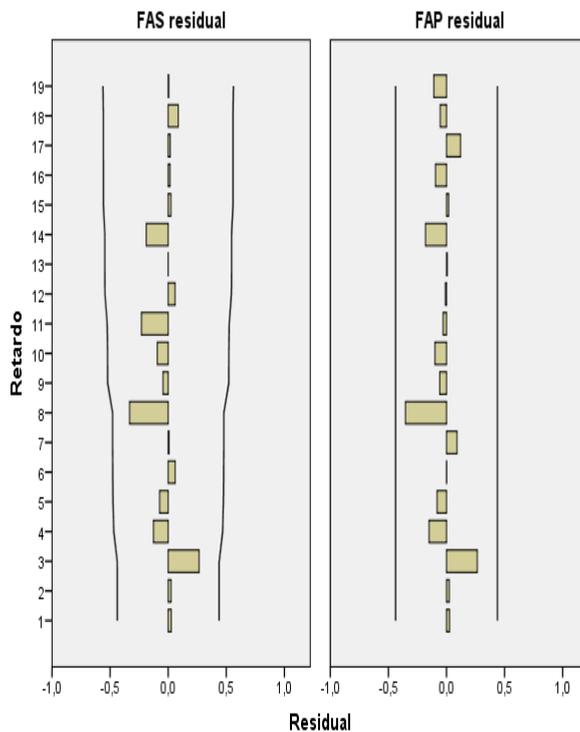


Fig. 8. Resultado de la estacionalidad mediante autocorrelación ,midiendo periodos estacionales valorando los retardos Makeblock/ Scratch+ Arduino

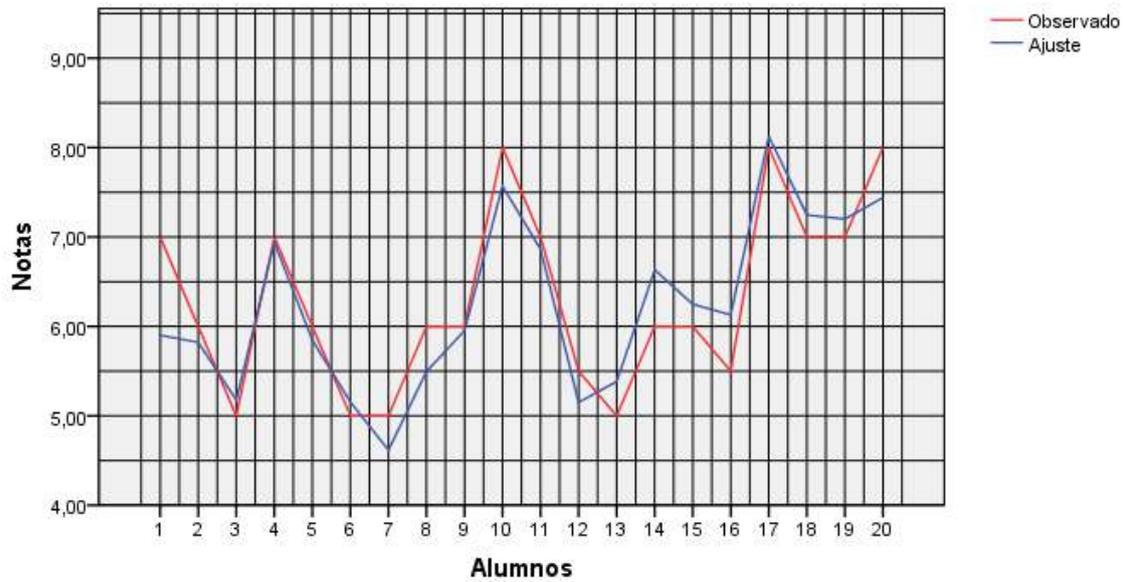


Fig. 9. Curvas comparativas entre datos de muestra observados y de ajuste según modelo ARIMA (2, 0,2), para evaluación de programación MindStorm EV3

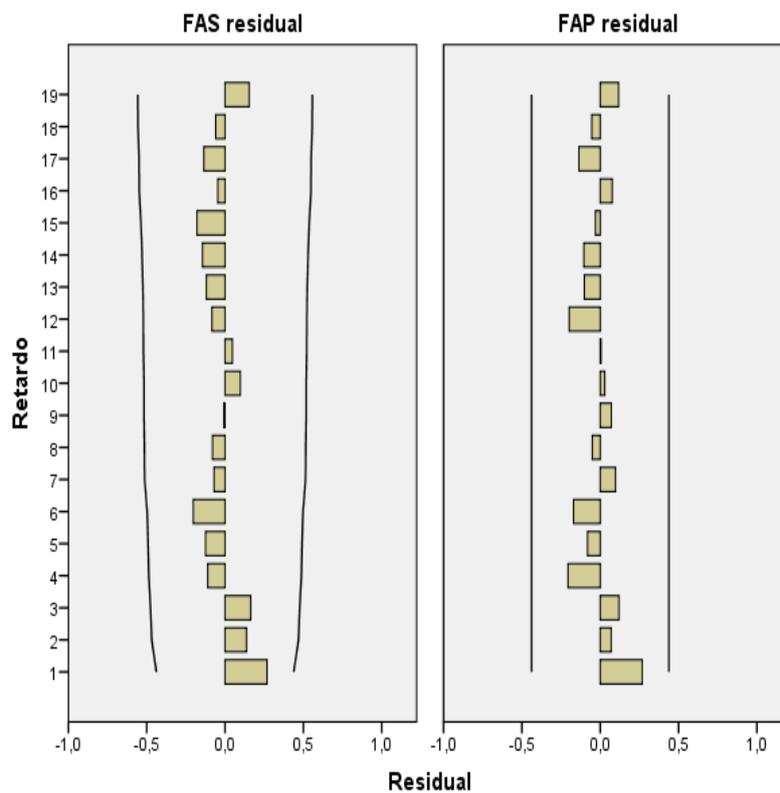


Fig. 10. Resultado de la estacionalidad mediante autocorrelación, midiendo periodos estacionales valorando los retardos Makeblock/ Scratch+ Arduino

Se observa que las funciones de auto correlación (FAS) y autocorrelación parcial (FAP), Figura 8, 10, estimadas también validan los periodos estacionales porque los coeficientes de la FAS para retardos Además, para una cantidad grande de retardos la ACF.

Se configura en forma de abanico que completa su ciclo girando sobre el eje de abscisas para una cantidad de retardos. Igual al período estacional.

Por otro lado, la FAS presenta estructura de coeficientes significativos para retardos periódicos largos.

Con los datos obtenidos de la irradiación mensual, llevamos a cabo los cálculos del pronóstico para el modelo ARIMA, de acuerdo con la metodología de Box-Jenkins utilizando el software de modelado matemático IBM SPSS Statistics v.23. El cálculo del modelado se realiza de dos formas diferentes, primeramente, mediante el módulo de modelado experto de SPSS, mostrando en la Tabla 3 los resultados obtenidos, según los modelos sugeridos por el software para cada estación. Posteriormente realizamos los cálculos siguiendo los pasos para él según el procedimiento Box-Jenkins, con el cual se obtuvo otro tipo de modelado ARIMA (p,d,q), en este caso para las tres estaciones nos da un modelo ARIMA (2,0,2), que es un modelo ARMA (2,2), verificando los resultados en la Tabla 4. Con los datos obtenidos, la comparación se realiza utilizando el índice de regresión r^2 de Karl Pearson para justificar su mayor o menor correlación. También hemos comparado la precisión de las diferentes regresiones mediante el cálculo del RMSE y de MAPE, que es un indicador del pronóstico que mide el tamaño del error absoluto en términos porcentuales, lo que nos da una medida relativa del error. Las funciones utilizadas son las siguientes:

$$RMSE = \left[\frac{1}{t} \sum_{i=1}^t (u_p - u_o)^2 \right]^{1/2} \quad MAPE = \frac{100}{t} \sum_{i=1}^t \left| \frac{G_r - G_f}{G_r} \right|$$

Donde "t" es el número de observaciones, "u" son los residuos de las estimaciones, el subíndice "p" es el residuo pronosticado y "o" el residuo observado, "Gr" es la irradiación real calculada y "Gf" es la irradiación estimada según el modelo de pronóstico analizado.

Se verifica con los resultados obtenidos, como el modelo calculado por el procedimiento Box-Jenkins se obtienen mejores resultados, que con el módulo experto de SPSS Statistics, con valores muy altos de los indicadores de ajuste en los tres sistemas de cálculo de predicción: R^2 , RMSE y MAPE.

La Figuras 8 y 10 muestran los resultados para los cálculos de la función de auto correlación (ACF) y la auto correlación parcial (PACF) de las series diferenciadas, podemos identificar los números de los términos AR y MA que se necesitan para el cálculo manual. Los valores varían dentro de los límites de IC del +-95%.

La función característica del modelo ARIMA (2,0,2) obtenido para la predicción de valores según las auto-regresiones de media móvil obtenidas en el estudio para programación robótica Arduino y MindStorm EV3:

$$Y_t = 5.755,98 + -0.425 Y_{t-1} - 0.994 Y_{t-2} + 1.24 \epsilon_{t-1} + 0.3342 \epsilon_{t-1} \quad (7)$$

$$Y_t = 2.062 + -1.592 Y_{t-1} - 0.884 Y_{t-2} - 0.991 \epsilon_{t-1} + 0.562 \epsilon_{t-1} \quad (8)$$

4 CONCLUSIONES

El estudio realizado resalta que la nota promedio de aciertos en la actividad del sistema Arduino es de un 6,30 donde todos los alumnos superan por encima de la media del total de preguntas, dicha prueba, mientras que en el caso del sistema EV3 hay alumnos que no superan las pruebas siendo la nota media más baja de un 5,90%.

La parametrización de los resultados mediante regresión lineal múltiple tiene un error mayor que la realizada mediante el modelo Arima, que este caso usamos un Arma(2,2). De esta forma la relación entre las calificaciones de matemáticas y los resultados obtenidos guardan una gran similitud según la constante de Pearson con mayor porcentaje de aproximación con el método auto regresivo.

La correspondencia entre la calificación entre la nota de matemáticas y las clasificaciones en la prueba de robótica tiene una correlación muy aceptable.

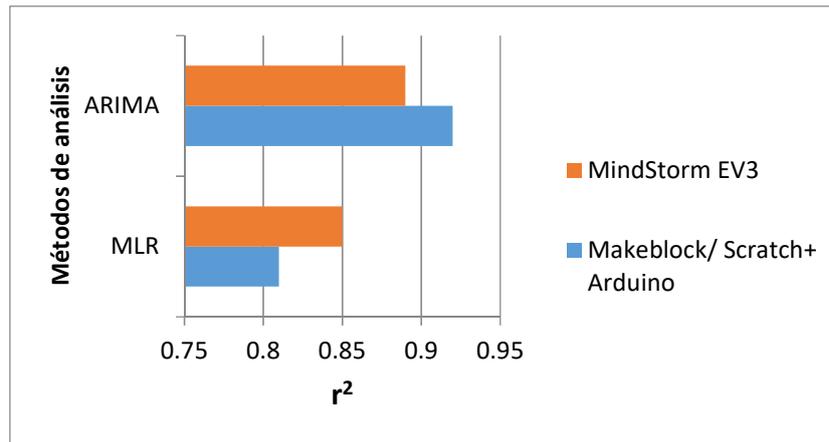


Fig. 11. Error relativo porcentual de las regresiones realizadas mediante Regresión lineal Múltiple y Método Arima

El estudio del análisis de datos mediante regresión lineales de los mismos, obtenemos el mejor ajuste con el modelo auto-regresivo de media móvil, siendo el ejercicio de sistema de programación de Makeblock el que mejor ajuste obtenido, tal como se muestra en la figura 11.

La necesidad de este tipo de estudios es patente ya que facilita la metodología más adecuada y poder adaptar para cada el tipo de grupo según edad y desarrollo en las competencias de la asignatura de matemáticas.

Existe múltiple evidencia de que niños con ciertos niveles de deficiencia o dificultad para el aprendizaje reaccionan en forma positiva al uso de la robótica educativa, así como fomentar este tipo de actividades complementarias ayudan de forma positiva a la evolución de los alumnos orientados hacia materias tecnológicas.

Los objetivos propuestos se cumplieron según las prioridades expuestas en el segundo punto, de tal manera que citando a los objetivos generales resumimos nuestro escenario de resultados.

4.1 OBJETIVOS LOGRADOS

PROPONER Y DIVULGAR LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Las actividades desarrolladas con los bloques educativos de Makeblock y MindStorm permitieron a los alumnos un acercamiento y conocimiento de la dinámica de los productos educativos actuales que se encuentran en el mercado.

De esta manera los sistemas de programación e interacción con el robot educativos están diseñados para una fácil accesibilidad a nivel visual.



Foto 19. Taller de Robótica Educativa IES El Rincón

ACCESO SENCILLO E INTERCONEXIÓN CON OTRAS MATERIAS COMPLEMENTARIAS

Como demuestra el estudio realizado, propone una inter-correlación directa entre la nota de la asignatura de matemáticas y los test propuestos en los talleres realizados, lo cual ratifica el éxito conseguido en el hito inicial de herramienta complementaria dentro del campo de las TIC's.

Los resultados obtenidos resaltan que la acción coordinada y colaborativa de los docentes o aprendices se asienta temporalmente a través del trazado de mapas en hacia una integración de las nuevas tecnologías en el plano educativos más allá de ser un mero complemento.

4.2 FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO O INVESTIGACIÓN

- Sería válido y necesario futuras leyes o decretos que impulsen específicamente la educación STEAM y que facilite los proyectos relativos de aprendizaje de este tipo de Curriculum.
- Propuestas de nuevos Kits de robótica que propongan una utilización modular y permita a los alumnos que impliquen una mejora en el tiempo de aprendizaje y utilización de sistemas de programación de los mismos.
- Estudios basados en la unidad interdisciplinar de cada etapa del proceso de aprendizaje que permitan evaluar de forma cuantitativa la evolución en cada hito del proceso.

REFERENCIAS

- [1] Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., & Pina, A. (2008). Robotics, computer science curricula and interdisciplinary activities. In Proceedings of the TERECoP Workshop "Teaching with robotics, Conference SIMPAR (pp. 10-21).
- [2] Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008, November). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. In International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR), Venice, Italy.
- [3] Monsalves González, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32 (90).
- [4] Castillo Pinto, R. O. (2014). Robótica educativa: Espacios Interactivos Para el desarrollo de Conocimientos y Habilidades de los Niños y Jóvenes de las Instituciones Educativas.
- [5] Sánchez, F. Á. B., & Guzmán, A. F. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 120-136.
- [6] Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí Patiño, K., & Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2).
- [7] Salamanca, M. L. P., Lombana, N. B., & Holguín, W. J. P. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+ D*, 10(1), 15-23.
- [8] Tec, B., Uc, J., Gonzalez, C., García, M., Escalante, M., & Mantañez, T. (2010). Analisis comparativo de dos formas de enseñar matemáticas básicas: robots lego nxt y animación con scratch. In *Memorias de la Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías para el Aprendizaje* (pp. 103-109).
- [9] Chavarría, M., & Mella, A. S. (2010). La robótica educativa como una innovativa interfaz educativa entre el alumno y una situación-problema. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, (2), 1-12.
- [10] Conchinha, C., Silva, S. G., & Freitas, J. C. (2015). La robótica educativa en contexto inclusivo. *Ubicuo Social: Aprendizaje con TIC*.
- [11] Castro Rojas, María Dolores, and Ana Lourdes Acuña Zúñiga. "Propuesta comunitaria con robótica educativa: valoración y resultados de aprendizaje." *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 13, no. 2 (2012).
- [12] González, Juan J., and Jovani Alberto Jiménez Builes. "La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería." *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa* 10 (2009): 31-36.
- [13] Acuña Zúñiga, Ana Lourdes. "Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas." *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 13, no. 3 (2012)
- [14] Odorico, Arnaldo. "La robótica desde una perspectiva pedagógica." *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales* 2, no. 5 (2005): 33-48.

-
- [15] Vargas, S. A. Z., López, J. A. P., & Hernández, H. F. R. (2014). Estrategia para el desarrollo de aprendizajes en ingeniería basado en robótica educativa y competitiva: caso Universitaria de Investigación y Desarrollo, *udi. Ingeniería solidaria*, 9(16), 153-159.
- [16] Jin, Yong-Gyu, Leah M. Chong, and Hye-Kyung Cho. "Designing a robotics-enhanced learning content for STEAM education." *Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)*, 2012 9th International Conference on. IEEE, 2012.
- [17] Jeon, Bienil, and Jae Wan Park. "Implementation of a Modular Robotic Construction Kit that Fully Supports Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics Education." *Advanced Science Letters* 22.11 (2016): 3413-3417.
- [18] Barnes, Jaclyn, et al. "Child-robot theater: STEAM Education in an afterschool program." *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. ACM, 2017.
- [19] Sooraksa, Pitikhate, et al. "Tree robot: An innovation for STEAM education." *Real-time Computing and Robotics (RCAR)*, IEEE International Conference on. IEEE, 2016
- [20] Ngamkajornwiwat, Potiwat, et al. "Understanding the role of arts and humanities in social robotics design: An experiment for STEAM enrichment program in Thailand." *Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 2017 IEEE 6th International Conference on. IEEE, 2017.
- [21] Vicente, Francisco Ruiz, D. Alberto Zapatera Llinares, and D. Nicolás Montes Sánchez. "Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa."
- [22] da Silva Filgueira, María Gabriela, and Carina Soledad González González. "PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil." (2017).