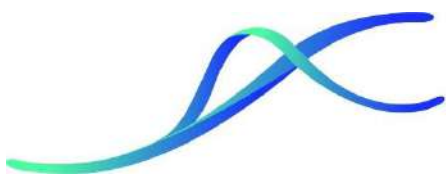




UNIVERSIDAD DE GRANADA

**Diseño e implementación de
actividades STEM a partir del trabajo
en robótica, con metodologías activas
en 3^o ciclo de Educación Primaria**



DEPARTAMENTO DE
Didáctica DE LAS
Ciencias
Experimentales

Cristian Ferrada

Tesis Doctoral 2021



UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria.

Tesis Doctoral presentada por:

Cristian Andrés Ferrada Ferrada

Dirigida por:

Dr. Francisco Javier Carrillo Rosúa

Dr. Danilo Antonio Díaz Levicoy



Granada 2021

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Cristian Andrés Ferrada Ferrada
ISBN: 978-84-1117-447-3
URI: <http://hdl.handle.net/10481/76036>

UNIVERSIDAD DE GRANADA

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y EDUCACIÓN PARA LA
SOSTENIBILIDAD**

**Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con
metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria**



TESIS DOCTORAL

CRISTIAN FERRADA FERRADA

GRANADA, 2021

UNIVERSIDAD DE GRANADA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y EDUCACIÓN PARA LA
SOSTENIBILIDAD



Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria

TESIS DOCTORAL

CRISTIAN FERRADA FERRADA

GRANADA, 2021

Reconocimientos:

Se ha realizado en el seno del Grupo de Investigación Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Sostenibilidad (HUM613) del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Junta de Andalucía.

Beca del Programa de Doctorado en el extranjero del Programa Formación de Capital Humano Avanzado de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) PFCHA 72190253

*A mis hijos, Mariano, Joaquín y Laura
quienes me motivan día a día con su sola existencia.*

Agradecimientos

El inicio de este apartado es el resultado del trabajo más largo que he realizado en mi vida, no resulta fácil lidiar con los sentimientos encontrados que me produce recordar mi llegada a la Universidad, las ilusiones que encontré en el Departamento de Ciencias Experimentales. Al momento de finalizar este trabajo, comienzo a extrañar la sala de seminario 332, en donde siempre se me entregaron las mayores comodidades para trabajar y que valoré de sobre manera, en especial mientras nos enfrentamos a un desconocido virus que nos afectó a tal punto de convertirse en la histórica Pandemia COVID-19 y que nos demostró que la vida es un instante.

Mi principal agradecimiento es hacia mi director de Tesis, Francisco Javier Carrillo Rosúa quien más que nadie sabe cómo este trabajo fue mi mejor amigo, mi compañero y mi sombra en muchos momentos. Gracias Javier por tus consejos, preocupación y cariño, por sacarme de casa y decir esta es tu universidad, aquí está tu espacio. Por enseñarme con cariño y firmeza el valor del rigor científico, por haberme dado la oportunidad de aprender de tu experiencia y su sabiduría tanto en lo profesional como en lo personal

Gracias a mi codirector y amigo del alma Danilo Diaz Levicoy, intente seguir tus pasos, fuiste de mucha inspiración en todo este proceso, nunca me dejaste de acompañar y siempre tuviste unas palabras de cariño, apoyo y consuelo para encontrar solución a la vida y la tesis. Gracias por la ilusión y el entusiasmo que me transmites en todo momento y por ser mi maestro en el campo de la investigación.

Gracias a ambos por respetar mis tiempos y resolver mis dudas y porque su dirección ha dejado espacio para la reflexión y el debate. Por su confianza sostenida, por el interés con el que ha revisado todo el trabajo, por su generosidad y su capacidad para guiar mis ideas.

Francisco Silva, a quien siento como mi amigo de alma y compañero de facultad en la universidad, con quien me encontré en un pasillo he iniciamos un cambio de trabajo que luego significó en ayuda constante, me orientaste y fuiste sin lugar a duda parte importante de esta tesis. Por tu amistad sincera y profunda, por ser la combinación perfecta de verdad, trabajo y amistad.

Mis Hijos Mariano y Joaquín, ya que sus palabras siempre las interpreto como una motivación, un despertar del letargo y un desafío constante a seguir esta carrera y terminar lo iniciado. A mi hija Laura quien me enseñó a reír, cantar, bailar, sin su apoyo infinito nunca podría decir lo he logrado y por contagiarme la pasión por la vida, A la madre de mis hijos Norma por cuidar y disfrutar de ellos.

Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido para mi familia. A mis padres Mariano y Graciela, Ivon, Carmen Gloria, Jaqueline e Hilda a los que debo todo lo que soy, por darme la vida y dedicarme la suya, por su fuerza y su valentía. Mis Tíos Miriam, Inelda e Iván solo Dios sabe cuánto los amo a cada uno de ustedes.

Gracias a mis hermanos y amigos por la vida compartida.

Resumen

Esta tesis doctoral está estructurada en una serie de trabajos, siendo el fin prioritario el estudio del impacto sobre la actitud hacia las ciencias y matemáticas de una propuesta didáctica con una de orientación STEM, en la que la programación de robots y el trabajo en relación a la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente son elementos clave del diseño.

Esta investigación tiene dentro de sus objetivos ofrecer información bibliométrica sobre la literatura existente en la educación STEM y robótica educativa, así como realizar una revisión sistemática de dicha literatura, conjuntamente con el desarrollo de un estudio sobre los textos escolares analizando en una primera instancia la existencia de actividades STEM y posteriormente investigando sobre el nivel de integración de las presentaciones STEM según los modelos que se detallan. A su vez, todo lo anterior debe contribuir al objetivo de diseñar, implementar y evaluar un proyecto interdisciplinar, denominado CISOGRA (Ciudad Sostenible Granatensis-Granada), de acuerdo al enfoque STEM para estudiantes españoles de tercer ciclo de Educación Primaria en contextos vulnerables; esto se hará a través de metodologías activas, que permitan relacionar los contenidos de las áreas STEM con su entorno, mejorando la actitud hacia las ciencias y matemáticas y potenciando las competencias clave, especialmente la competencia matemática y las competencias clave en ciencia y tecnología mejorando así el aprendizaje en ciencias y matemáticas e identificando la percepción que este trabajo genera en la comunidad educativa, entendiendo como tal a los maestros de los cursos a los cuales pertenecen los estudiantes.

Para conseguir los resultados bibliométricos se caracteriza la producción científica STEM según diversos indicadores estadísticos propios de la bibliometría (productividad, países, etc) en la base de datos *Scopus*. Posteriormente la revisión sistemática sobre utilización de la robótica y educación STEM en Educación Primaria considera unidades de análisis o variables que se estructuran en tres bloques: a) indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados, b) caracterización de la robótica y las mejoras educativas que propicia, y c) aspectos sobre contexto social y género. La muestra para este estudio provenía de las bases de datos *Scopus de Elsevier*, *Educational Resource Information Center (ERIC)*, *del Departamento de Educación de los Estados Unidos, de América* y *Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics*.

Posteriormente, en el análisis de textos desarrollado, se trabaja bajo un enfoque cualitativo y descriptivo. Específicamente se emplea el método de análisis de contenido desde una perspectiva comparada al centrarnos en los libros de texto de dos países hispanoamericanos, como son Chile y España, en la cual se utiliza la recolección de datos con base en la medición numérica y el posterior análisis de los resultados obtenidos. La muestra estuvo compuesta por 12 libros de texto de Ciencias Naturales de Chile y España. Seguidamente se realiza un análisis de integración de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles, dando a conocer resultados sobre la existencia de actividades que se ajustan al desarrollo de una propuesta de trabajo en base al enfoque de integración STEM en una muestra de 4 textos escolares.

Para el análisis de trabajo con alumnos en el proyecto CISOGRA, la investigación presenta un diseño cuasi-experimental pre y post-test con un grupo control establecido por un proceso de "matching" para las variables dependientes actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificación académica. En relación a la visión de los maestros sobre los resultados de implementar el proyecto, estas se establecen dentro de una perspectiva cualitativa utilizando la aplicación de una entrevista semi estructurada que permite ordenar, describir, analizar e interpretar los datos mediante conceptos y razonamientos. Se utiliza un guión que incluye una serie de preguntas que han sido usadas de forma flexible, junto con ello se realiza un análisis de

contenido, utilizando un sistema de categorías construido de forma deductiva e inductiva, generando diversas variables de análisis.

Finalmente, la investigación de evaluación por competencias fue realizada a través de un diseño metodológico de carácter exploratorio-descriptivo y cuasiexperimental con un solo grupo. El instrumento se crea compilando preguntas extraídas de distintas evaluaciones externas de competencias científico-tecnológicas y matemáticas desarrolladas por distintas Comunidades Autónomas de España.

En cuanto a los resultados del estudio bibliométrico, los trabajos sobre educación STEM entre los años 2010 y 2018 muestran un incremento paulatino, siendo el año 2017 el de mayor producción (26,2%). La mayoría corresponde a documentos de sesión (52,3%). El autor que más destaca en estos documentos es Justin L. Hess, investigador del STEM Education Innovation and Research Institute (SEIRI) de la Indiana University and Purdue University (Indianapolis, Estados Unidos) quien en la base de datos SCOPUS presenta 35 documentos, siendo el año de mayor producción el 2016 con 10 publicaciones. En relación a las palabras clave la más recurrente es “estudiantes”, la cual aparece en 19 documentos (29,2%). Por otra parte, el 65,6% de los documentos analizados pertenecen al área de ciencias sociales mientras los autores pertenecen mayoritariamente a instituciones de Estados Unidos, correspondiendo a 39 de los 65 documentos.

Considerando los resultados de la revisión sistemática, nuevamente Estados Unidos (42,3%) lidera la productividad. En relación al sexo de los autores se presenta una similitud de publicación (13) para cada género y el área o disciplina STEM más trabajada en las investigaciones corresponde a tecnología (38,1%). Destaca que el 88,5% de los documentos presentan resultados empíricos, siendo el tipo mixto de investigación el más frecuente con 8 documentos (30,7%).

En relación al análisis sobre la presencia de actividades con una estructura STEM en libros de texto de acuerdo al modelo de Toma y Greca (2017), los resultados evidencian la presencia de este tipo de actividades en los libros analizados, si bien son aún escasas. En particular, se observa una baja presencia de las fases 4 (resolución del problema inicial) y 5 (evaluación). Son éstas las que requieren un mayor grado de trabajo, conocimiento y desarrollo por parte de los estudiantes, por lo que con el paso de los cursos deberían ser más frecuentes. De igual manera los resultados permiten observar coincidencias en los indicadores de: presencia de actividades STEM utilizando para su desarrollo el uso de dispositivos, el diseño de un experimento y realización del mismo, los que pertenecen a la fase de indagación guiada. Además, se presentan actividades donde existe la discusión de los resultados. Por otro lado, los indicadores menos frecuentes son los relacionados con la existencia de un momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución del problema (55,6% y 61,9%, en textos chilenos y españoles respectivamente), la generación de solución al problema (33,3% y 47,6%, en textos chilenos y españoles respectivamente) y la aplicación tecnológica del descubrimiento al problema (11% y 0%, en textos chilenos y españoles respectivamente).

En relación al segundo análisis de textos, el cual busca identificar la integración de las actividades STEM, se concretó analizando 12 textos escolares, identificaron 462 actividades, siendo 164 (menos del 50%) las que trabajan alguna área STEM. Dichas actividades se clasificaron según el modelo de análisis de currículos integrados, que plantea seis maneras de abordar la integración de una actividad de este tipo, observando que el enfoque conectado, muestra una mayor relevancia en los libros de texto españoles (50%) y chilenos (46%). Posteriormente, se clasificaron según una adaptación del enfoque de perspectivas de Educación Ambiental. Dentro de los 5 enfoques existentes, el experiencial (60%) y el práctico (50%) fueron los más presentes.

Hay que subrayar la necesidad, desde los primeros cursos, de incrementar las actividades STEM integradas en los libros de texto.

El proyecto CISOGRA, que fue diseñado e implementado atendiendo a los objetivos establecidos, implicó 12 sesiones con talleres prácticos en horario extraescolar. Mediante la utilización de la robótica educativa, se enfrentó a los estudiantes a diversos problemas de programación, en la que los escolares previamente a su resolución tenían que anticipar respuestas a modo de hipótesis, en un entorno de “ciudad sostenible”. Esta ciudad cuenta con diversos dispositivos que modelizan fuentes de energía para sustentar la alimentación eléctrica de los edificios. Además, se utilizan sensores, tales como un medidor de temperatura, velocidad y distancia, a través de los cuales se registran y presentan distintas magnitudes físicas haciendo notar la variabilidad de las medidas y el necesario tratamiento matemático. El trabajo con los estudiantes se realizó bajo una metodología de indagación y resolución de problemas.

La evaluación del mismo consideró un grupo experimental con 15 estudiantes de 3º ciclo de Educación Primaria, formándose el grupo control a partir de un proceso de matching con el resto de estudiantes del centro. Los resultados muestran que la implementación del programa STEM genera mejores resultados en la actitud hacia las ciencias ($p=,004$ TE= 1,254), aunque no tanto en la actitud hacia las matemáticas donde las diferencias no son estadísticamente significativas ($p=,574$ TE=,382). Las herramientas tecnológicas utilizadas, el tiempo de trabajo y el proceso de conexión entre disciplinas en STEM refuerzan el trabajo realizado durante el taller.

En la valoración de competencias, la científica arroja una diferencia positiva de 0,35 puntos de media entre la prueba pretest y el posttest. En el caso de matemáticas, la diferencia a favor del post test es de 0,18 puntos.

En relación a los resultados en la evaluación general (16 preguntas) la diferencia entre el pre y post test es de 0,26 puntos positivos.

En cuanto al análisis de las entrevistas realizadas a los maestros encontramos las siguientes categorizaciones: valoración del proyecto como propuesta didáctica (42,39%), impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas (30,43%), caracterización de los estudiantes y apoyo familiar (8,15%) y caracterización docente (19,02%). Se puede destacar la valoración de los maestros de la intervención didáctica y que valoraron que está facilitó que los estudiantes descubran y entiendan la realidad que nos rodea y el cambio tecnológico al cual nos enfrentamos como sociedad.

Palabras clave: didáctica de las ciencias, didáctica de las matemáticas, educación STEM, educación ambiental, robótica educativa, libros de texto, actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas, evaluación de competencias.

Abstract: This doctoral thesis is structured in a series of works, the main objective being the study of the impact on the attitude towards science and mathematics of a didactic proposal with a STEM orientation, in which the programming of robots and the work related to sustainability and environmental care are key elements of the design.

This research has among its objectives to provide bibliometric information on the existing literature on STEM education and educational robotics as well as to perform a systematic review of this literature, together with the development of a study on school textbooks analyzing in the first instance the existence of STEM activities and subsequently investigating the level of integration of STEM presentations according to the models detailed. In turn, all of the above should contribute to the objective of designing, implementing and evaluating an interdisciplinary project, called CISOGRA (Ciudad Sostenible Granatensis-Granada), according to the STEM approach for Spanish students of third cycle of Primary Education in vulnerable contexts; This will be done through active methodologies, which allow to relate the contents of STEM areas with their environment, improving the attitude towards science and mathematics and enhancing key competences, especially mathematical competence and key competences in science and technology, thus improving learning in science and mathematics and identifying the perception that this work generates in the educational community, understanding as such the teachers of the courses to which the students belong.

To achieve the bibliometric results, STEM scientific production is characterized according to various statistical indicators typical of bibliometrics (productivity, countries, etc.) in the Scopus database. Subsequently, the systematic review on the use of robotics and STEM education in Primary Education considers units of analysis or variables that are structured in three blocks: a) bibliometric indicators and typology of the analyzed documents, b) characterization of robotics and the educational improvements it promotes, and c) aspects on social context and gender. The sample for this study came from the databases Scopus (Elsevier), Educational Resource Information Center (ERIC) of the U.S. Department of Education, and Web of Science (WoS) of Clarivate Analytics.

Subsequently, in the text analysis developed, we work under a qualitative and descriptive approach. Specifically, the content analysis method is used from a comparative perspective by focusing on textbooks from two Latin American countries, Chile and Spain, in which data collection is used based on numerical measurement and subsequent analysis of the results obtained. The sample consisted of 12 textbooks of Natural Sciences from Chile and Spain. Next, an analysis of the integration of STEM activities in Chilean and Spanish textbooks is carried out, showing results on the existence of activities that adjust to the development of a work proposal based on the STEM integration approach in a sample of 4 school textbooks.

For the analysis of the work with students in the CISOGRA project, the research presents a quasi-experimental pre- and post-test design with a control group established by a matching process for the dependent variables attitude towards science, attitude towards mathematics and academic qualification. In relation to the teachers' view of the results of implementing the project, these are established within a qualitative perspective using the application of a semi-structured interview that allows ordering, describing, analyzing and interpreting the data by means of concepts and reasoning. A script is used that includes a series of questions that have been used in a flexible way, together with a content analysis, using a system of categories built in a deductive and inductive way, generating several variables of analysis.

Finally, the competency-based assessment research was carried out through an exploratory-descriptive and quasi-experimental methodological design with a single group. The instrument was created by compiling questions extracted from different external evaluations of scientific-

technological and mathematical competencies developed by different Autonomous Communities in Spain.

Regarding the results of the bibliometric study, papers on STEM education between the years 2010 and 2018 show a gradual increase, with 2017 being the year of highest production (26.2%). The majority corresponds to sessional papers (52.3%). The author who stands out most in these papers is Justin L. Hess, researcher at the STEM Education Innovation and Research Institute (SEIRI) of Indiana University and Purdue University (Indianapolis, USA) who in the SCOPUS database presents 35 papers, with the year of highest production being 2016 with 10 publications. In relation to the keywords the most recurrent is "students", which appears in 19 documents (29.2%). On the other hand, 65.6% of the analyzed documents belong to the area of social sciences while the authors belong mostly to U.S. institutions, corresponding to 39 of the 65 documents.

Considering the results of the systematic review, once again the United States (42.3%) leads productivity. In relation to the sex of the authors, there is a similarity of publication (13) for each gender and the STEM area or discipline most worked in the research corresponds to technology (38.1%). It is noteworthy that 88.5% of the documents present empirical results, with the mixed type of research being the most frequent with 8 documents (30.7%).

In relation to the analysis on the presence of activities with a STEM structure in textbooks according to the model of Toma and Greca (2017), the results evidence the presence of this type of activities in the books analyzed, although they are still scarce. In particular, there is a low presence of phases 4 (initial problem solving) and 5 (evaluation). These are the ones that require a higher degree of work, knowledge and development on the part of the students, so they should be more frequent with the passing of the courses. Likewise, the results allow observing coincidences in the indicators of: presence of STEM activities using devices for their development, the design of an experiment and its realization, which belong to the guided inquiry phase. In addition, there are activities where there is discussion of the results. On the other hand, the least frequent indicators are those related to the existence of a moment to propose new questions about the resolution of the problem (55.6% and 61.9%, in Chilean and Spanish texts, respectively), the generation of a solution to the problem (33.3% and 47.6%, in Chilean and Spanish texts, respectively) and the technological application of the discovery to the problem (11% and 0%, in Chilean and Spanish texts, respectively).

The second text analysis, which seeks to identify the integration of STEM activities, was carried out by analyzing 12 school textbooks and identified 462 activities, of which 164 (less than 50%) worked in some STEM. These activities were classified according to the integrated curriculum analysis model, which proposes six ways of approaching the integration of an activity of this type, observing that the connected approach is more relevant in Spanish (50%) and Chilean (46%) textbooks. Subsequently, they were classified according to an adaptation of the Environmental Education perspectives approach. Within the 5 existing approaches, the experiential (60%) and the practical (50%) were the most present. The need to increase the number of STEM activities integrated into textbooks from the early grades should be emphasized.

The CISOGRA project, which was designed and implemented according to the established objectives, involved 12 sessions with practical workshops outside school hours. Through the use of educational robotics, students were confronted with various programming problems, in which, prior to their resolution, they had to anticipate answers by way of hypotheses, in a "sustainable city" environment. This city has several devices that model energy sources to support the power supply of buildings. In addition, sensors are used, such as a temperature,

speed and distance meter, through which different physical magnitudes are recorded and presented, noting the variability of the measurements and the necessary mathematical treatment. The work with the students was carried out under a methodology of inquiry and problem solving.

The evaluation of the program considered an experimental group with 15 students of 3rd cycle of Primary Education, forming the control group from a matching process with the rest of the students of the center. The results show that the implementation of the STEM program generates better results in the attitude towards science ($p=.004$ $TE= 1.254$), although not so much in the attitude towards mathematics where the differences are not statistically significant ($p=.574$ $TE=.382$). The technological tools used, the work time and the process of connection between disciplines in STEM reinforce the work done during the workshop.

In the assessment of competencies, the scientist showed a positive difference of 0.35 points on average between the pretest and the posttest. In the case of mathematics, the difference in favor of the post-test is 0.18 points.

In relation to the results of the general evaluation (16 questions), the difference between the pre-test and post-test is 0.26 positive points.

Regarding the analysis of the interviews conducted with the teachers, we found the following categorizations: valuation of the project as a didactic proposal (42.39%), impact of the project on the attitude towards science and mathematics (30.43%), characterization of the students and family support (8.15%) and teacher characterization (19.02%). It is worth noting the teachers' assessment of the didactic intervention and that they valued that it facilitated the students' discovery and understanding of the reality that surrounds us and the technological change we face as a society.

Keywords: science didactics, mathematics didactics, STEM education, environmental education, educational robotics, textbooks, attitude towards science, attitude towards mathematics, competency assessment.

Índice

Introducción

Capítulo 1. PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1- 2
Capítulo 1. Presentación de la investigación.	3
1.1. Origen y antecedentes de la investigación.	3 - 4
1.2. Estructura de la investigación	5 - 6
1.3. Fundamentación	6 - 7
1.3.1. Actitud hacia la ciencia	7 - 9
1.3.2. actitud hacia la matemática	9 - 11
1.3.3. Robótica educativa en educación STEM	11 - 14
1.4. Objetivos de investigación e hipótesis de investigación.	
1.4.1. Objetivos	15
1.4.2. Hipótesis	16
1.5. Método	16 - 18
Capítulo 2. Avanzar mirando atrás	19
2.1. Presentación Artículos 1 y 2	19
2.2. Artículo 1. Análisis bibliométrico sobre educación STEM	20 -31
2.3. Artículo 2. La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática	32 - 49
2.4. Comentarios finales	50
Capítulo 3. Actitud, ilustraciones y libros de texto	51
3.1. Presentación Artículos 3 y 4	51
3.2. Artículo 3. Integración de las actividades STEM en libros de texto	52 - 68
3.3. Artículo 4. Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles de ciencias	69 - 88
3.4. Comentarios finales	89
	90
Capítulo 4. Presentación plan de trabajo y planificación curricular taller CISOGRA	
4.1. Presentación Artículos 5, 6 y 7	90
4.2. Diseño y planificaciones proyecto CISOGRA	91 - 156
4.3. Presentación	157
4.4. Artículo 5. Una ciudad sostenible y robots, un proyecto STEM: cómo mejorar la actitud hacia las ciencias y las matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de Primaria de España	158 - 173
4.5. Comentarios finales	174
4.6 Presentación Artículos 6 y 7	175
4.7. Artículo 6. STEM y Robótica en educación Primaria: una visión de los maestros a una experiencia en el aula.	176 - 199
4.8. Artículo 7. Evaluación de competencias en ciencias y matemáticas a través de una propuesta STEM y Robótica	200 - 217
4.9. Comentarios finales	218
	219

Capítulo 5. Conclusiones, limitaciones y prospectiva	
5.1. Conclusiones	219 - 225
5.2. Limitaciones y prospectiva.	226 - 227
Referencias bibliográficas	228 - 233
Anexo 1. Evaluación por competencias en ciencias y matemáticas	234 - 242
Anexo 2. Listado de méritos transversales a la tesis doctoral	243 - 244
Anexo 3. Comité de ética Universidad de Granada	245

Introducción

La siguiente Tesis es presentada bajo la modalidad de compilación de artículos para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Granada dentro del Programa de Doctorado de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada. Así, dando cumplimiento a la normativa expuesta por la Universidad de Granada, se aportan cuatro artículos publicados en revistas con índice de impacto JCR (*Journal Citation Report*) o SJR (*Scimago Journal Rank*) y tres artículos (“*preprints*”) enviados para su revisión y evaluación en revistas de las bases de datos señaladas.

Por consiguiente, cada una de los mencionados documentos posee un valor científico de forma única, formando el conjunto un trabajo continuo, el cual comienza con trabajos de revisión de distinta tipología finalizando en los elementos más específicos ligados al núcleo más genuino de esta tesis conformados por una propuesta didáctica STEM, vertebrada por el uso de la robótica educativa con escolares de 3º ciclo de Educación Primaria. De este modo esta investigación se inicia realizando un barrido de la literatura existente, de los autores innovadores y de las propuestas e investigaciones didácticas existentes; continúa con un análisis de libros de texto, las herramientas didáctica más utilizados en el aula; enfatizando el diseño, implementación y evaluación del proyecto CISOGRA (Ciudad Sostenible Granatensis-Granada) mediante talleres, charlas, exposiciones realizadas, evaluación del impacto pre y post test ya sea en actitud, competencias, mostrando diversos resultados, ya sea en cambios de actitud en ciencias y matemáticas (aspecto actitudinal), para luego seguir con la valoración del proyecto realizada por los maestros y, por último, los resultados de evaluación en competencias en ciencias y matemáticas.

La tesis doctoral se estructura en los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Se evidencia una panorámica del proceso y trabajo realizado en esta investigación, detallando antecedentes y orígenes que forman la base de este trabajo, fundamentación teórica, el concepto actitud hacia la ciencia, el concepto actitud hacia la matemática y método de investigación.

Capítulos 2,3 y 4. En los cuales se van incluyendo los diferentes artículos que forman parte de esta investigación. De igual forma, en cada uno existe una presentación y comentarios finales con la finalidad de contextualizar cada uno de los documentos y beneficiar la lectura transversal de la investigación.

Capítulo 5. Se presentan las conclusiones generales, limitaciones existentes y futuras líneas de investigación que son resultado de esta tesis doctoral y el listado de méritos transversales a la tesis doctoral. (anexo, 2)

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas empleadas en esta memoria, independiente de las utilizadas en los artículos referenciados y compilados. Finalmente, se agregan anexos propios de la investigación realizada.

La producción científica en forma de artículos de esta tesis doctoral es la siguiente:

Artículo 1: Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Puraivan, E. (2019). Análisis bibliométrico sobre educación STEM. *Revista ESPACIOS*, 40 (8), 2-11.

Artículo 2: Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D., y Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 21, 22. doi:10.14201/eks.22036

Artículo 3: Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., y Salgado-Orellana, N. (2018). Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles. *Revista de Pedagogía*, 39(105), 111-13.

Artículo 4: Ferrada C., Díaz-Levicoy, D., y Carrillo-Rosua, J. (2021). Integración de las actividades STEM en libros de texto. *Revista Fuentes*, 23(1), 91–107.

Documento 1: Adicionalmente, se ha publicado en abierto, el siguiente documento:

Ferrada, C. (2020). CISOGRA-Robotics. Ciudad Sostenible Granatensis Robotics. Actividades_Mbot. Figshare, 66 p. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12464255.v2>

Artículo 5: Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Silva-Díaz, F., y Díaz-Levicoy, D. Una ciudad sostenible y robots, un proyecto STEM: cómo mejorar la actitud hacia las ciencias y matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de Educación Primaria de España, *Revista Pixel-bit* (2021) *En evaluación*.

Artículo 6: Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Silva-Díaz, F., y Díaz-Levicoy, D. Evaluación de competencias en ciencias y matemáticas a través de una propuesta STEM y Robótica, *Educação & Sociedade*, (2021) *Pendiente de envío a revista*.

Artículo 7: Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Silva-Díaz, F., y Díaz-Levicoy, D. STEM y Robótica en educación Primaria: una visión de los maestros a una experiencia en el aula. *Praxis Educativa*, (2021) *Pendiente de envío a revista*.

Capítulo 1. Presentación de la investigación.

1.1. Origen y antecedentes de la investigación.

A inicios del siglo XXI en Estados Unidos se inicia un nuevo impulso de transformación educativa a consecuencia del movimiento STEM (acrónimo por sus siglas en inglés de *Science, Technology, Engineering* y *Mathematics*). Así, se puede citar que la campaña *Science Education Reform*, realizada por Bruce Alberts y otros prestigiosos científicos, fomentaron la educación en ciencias, abriendo centros de apoyo para la docencia e incorporando a doctorandos en la investigación de centros educativos (Lok, 2010). También en la Unión Europea, sobre todo a partir del informe Rocard, hay movimientos similares; así, por ejemplo, investigadores de la Academia de Ciencias de Francia, encabezados por Georges Charpak, desarrollaron el proyecto *La Main à la pâte* (las manos a la masa), se presentan como referentes que aportan antecedentes claves sobre la urgente necesidad de cambiar la tradicional forma de enseñanza (Charpak, Lena y Quéré, 2005).

De esta manera, los países tecnológicamente avanzados son conscientes de que no se está preparando suficientes estudiantes y profesores en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de cara a una nueva sociedad basada en el conocimiento tecnológico. El explosivo crecimiento de las ciencias y las tecnologías, también ha generado una brecha entre quienes tienen o no acceso a los mismos. La ciencia, tecnología, ingeniería y matemática son disciplinas fundamentales para las sociedades tecnológicamente avanzadas o en proceso de tecnificación, contribuyendo a conseguir una mayor competitividad y prosperidad económica como sociedades. Dentro de la literatura existente encontramos diversas experiencias tales como: Reyes-González y García-Cartagena (2014) quienes plantean que, en educación, un currículo STEM agiliza el tránsito del país hacia un nivel más alto de desarrollo, contribuyendo a la formación de científicos, ingenieros, técnicos y trabajadores con herramientas para enfrentar las demandas científicas y tecnológicas. Justamente a través de un aprendizaje enfocado en competencias STEM se facilita a los estudiantes el desarrollo de diferentes procesos cognitivos fundamentales en la resolución de problemas en contextos cotidianos, además se motiva a indagar, aprovechar y aplicar conceptos o metodologías enfocadas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática.

La implementación del proyecto interdisciplinar, basado en el enfoque STEM, se considera necesaria la utilización de metodologías activas, que ubiquen al estudiante en el centro del aprendizaje (Ruiz-Vicente, 2017). De esta forma, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) se encuadra dentro de las metodologías activas, en base a una propuesta o reto inicial, se busca encontrar la solución al desafío presentado originalmente.

La educación STEM representa un modelo que integra diferentes disciplinas, la cual se ha asimilado eficientemente en diferentes realidades educativas a consecuencia de su flexibilidad entre las áreas del conocimiento y la potencialidad que ofrecen las herramientas presentes en los diversos contextos en que se pretende trabajar.

A nivel curricular es fundamental realizar una enseñanza de manera integrada, basada en la educación STEM, considerando el desarrollo científico y tecnológico emanado desde nuestra sociedad del conocimiento. Por medio del enfoque de ciencias integradas STEM se promueve una reflexión sobre la enseñanza y aprendizaje de estas disciplinas, a través de actividades que desarrollan el aprendizaje de manera integrada. Por ejemplo, en España el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD, 2014) expresa el desarrollo de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología como una sola, incluyendo el desarrollo de habilidades exploratorias y capacidades para lograr un rol más activo del estudiante en su aprendizaje, señalando la importancia de iniciar de manera temprana la educación científica.

Por otra parte, se ha mostrado que existe una fuerte relación entre las experiencias de los estudiantes con la ciencia en la escuela y la elección de futuras carreras STEM. Araya (2016) menciona el informe “*A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*” (National Research Council. (2012), que constituye el marco teórico para la última reforma curricular de la enseñanza de las Ciencias en Estados Unidos, para señalar como área de aprendizaje prioritaria la educación STEM, integrando y articulando de forma explícita estas disciplinas al currículo escolar. En este escenario se vuelve imprescindible el fomento de vocaciones STEM, particularmente en el contexto de Educación Primaria y Secundaria en donde se desarrolla en los estudiantes una visión y práctica diferente de la educación, fundamental en las sociedades tecnológicamente avanzadas.

La revisión de la literatura muestra algunas investigaciones previas relacionadas con el estudio del enfoque STEM dentro del contexto de Educación Primaria. Las investigaciones de Ha y Fang (2013) demuestran que los estudiantes de Educación Primaria sometidos a una educación STEM mostraron mejor preparación, un incremento de las calificaciones y mayor dominio de conocimientos elementales, abordando la manera en que el contexto influye en el proceso de aprendizaje, y cómo influye el enfoque STEM. Ruiz-Vicente (2017) presenta un análisis de las propiedades STEAM¹ del currículo educativo de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa en España (LOMCE), desarrollando y llevando a la práctica un proyecto de aprendizaje que utiliza la robótica educativa como herramienta didáctica, incorporando distintos elementos metodológicos provenientes de la clase invertida, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje cooperativo. Así mismo, Castiblanco (2016) presenta un estudio en el cual aplica el modelo STEM, utilizando herramientas de la robótica para el mejoramiento de los aspectos básicos del aprendizaje y el desarrollo de competencias matemáticas de los cursos tercero y quinto de Educación Primaria de Colombia. Recientemente un estudio desarrollado en Chile, por Fundación Chile y Corfo (2017) (Corporación de Fomento de la Producción) reunió diversas instituciones educativas, científicas, públicas y empresariales, quienes prepararon un diagnóstico y posteriores propuestas basadas en la educación STEM con la finalidad de impulsar el desarrollo de estas áreas, tanto en lo académico, social y productivo a nivel curricular chileno.

Inevitable es analizar el rol de la tecnología en los nuevos estilos de vida y en las variadas aplicaciones desarrolladas al servicio de la educación. A través de este trabajo se presenta la robótica bajo un enfoque STEM como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de ciencias y matemáticas, destacando diversos beneficios en variadas propuestas educativas, teniendo por objetivo la mejora en la adquisición de nuevos contenidos, actitudes y el disfrute de los estudiantes al enfrentar desafíos académicos. Se pretende poner en evidencia diferentes razones por las cuales integrar la formación STEM en la educación supone una acción positiva, lo que facilita la interacción de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, específicamente en los primeros años de educación, estimulando la resolución de problemas, los procesos cognitivos, el trabajo en equipo y el desarrollo del lenguaje específico, despertando la curiosidad e interés por aprender (López, Couso, y Simarro, 2020; Monsalves, 2011)

¹ STEAM investiga diversos conceptos, pero lo hace mediante la indagación y los métodos de aprendizaje basados en problemas que se utilizan en el proceso creativo, la existencia de una mayor necesidad de que los conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) se integren con las artes (STEAM) en todo el plan de estudios, más las artes, humanidades, artes del lenguaje, danza, teatro, música, artes visuales, diseño y nuevos medios entre otros.

1.2. Estructura de la investigación

Esta investigación se justifica considerando la necesidad que existe en fortalecer un currículo STEM integrado, basado en disciplinas que entreguen a los estudiantes herramientas y conocimientos científicos desde los primeros años de Educación Primaria. Desde una mirada en la literatura existente el análisis bibliométrico nos entrega una oportunidad para establecer indicadores sobre educación STEM, en la base de datos *SCOPUS* y entre los años 2010 y 2018. Los resultados dan cuenta que la educación STEM es un tópico en proliferación, de igual forma y profundizando en el área de estudio entendiendo la necesidad de una formación científica a temprana edad, el uso de la robótica en el contexto educativo constituye un importante recurso didáctico para el desarrollo de una educación centrada en las áreas STEM. Profundizando esta temática, una revisión sistemática que tiene como objetivo de caracterizar la producción científica relacionada con Educación STEM, desde el trabajo con robótica educativa en Educación Primaria, plantea preguntas de investigación sobre indicadores bibliométricos, metodologías de investigación utilizadas, la relación entre áreas STEM y robótica educativa, o aspectos sociales y de género. PI-1. ¿Qué indicadores bibliométricos caracterizan la producción científica asociada? PI-2. ¿Cuál es la metodología de investigación más utilizada? PI-3. ¿Qué áreas STEM se enseñan a través de la robótica educativa y con qué tecnologías? PI-4. ¿A qué edades y en qué contexto educativo se está utilizando la robótica educativa? PI-5. ¿Cuáles son las principales ventajas y mejoras ofrecidas en los programas? PI-6. ¿De qué forma se abordan cuestiones como los contextos sociales o la equidad de género? De esta forma, tras la correspondiente sección metodológica donde se fija la población de revistas que integra el estudio, los procesos de selección de los documentos y las unidades de análisis o variables, los resultados y discusión se estructuran en tres bloques: a) indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados, b) caracterización de la robótica y las mejoras educativas que propicia, y c) aspectos sobre contexto social y género, la búsqueda se realizó en tres bases de datos internacionales (*Scopus*, *ERIC* y *WoS*).

Seguidamente se realiza un análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles, dando a conocer resultados sobre la existencia de actividades que se ajustan al desarrollo de una propuesta de trabajo en base al enfoque STEM, dentro de los principales hallazgos encontramos la necesidad de incrementar desde una temprana edad el fomento por estas actividades estudiando la Integración de las actividades STEM en libros de texto, observando que es una dimensión en franco crecimiento, situando la mayoría de sus actividades en un enfoque de medio de trabajo, Este trabajo proporciona un análisis de cómo se puede ver la educación STEM y las diferentes categorías que fueron analizadas sus actividades, centrándose más que solo la secuenciación de STEM en las propuestas evidenciadas en los libros escolares, sin embargo, este estudio actual puede actuar como un recurso para ayudar en las diversas prácticas educativas a comprender los desafíos que los y los maestros pueden enfrentar al tratar de llevar un enfoque STEM a sus aulas. Posteriormente se da a conocer Una ciudad sostenible y robots, un proyecto STEM: cómo mejorar la actitud hacia las ciencias y matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de Educación Primaria de España, la cual presentan una investigación asociada a la implementación de un proyecto interdisciplinar, con un enfoque STEM aplicado en un centro educativo de Educación Primaria en un contexto vulnerable. El trabajo con los estudiantes se realizó según una metodología de indagación y resolución de problemas. Esta investigación se realizó para conocer el cambio de actitudes, por medio de la aplicación de un proyecto de aprendizaje STEM, en estudiantes de Educación Primaria. Basado en el análisis y discusión de datos, se concluye que la mayoría de los estudiantes tienen un cambio de actitud positiva hacia la educación STEM, adquieren herramientas sobre este enfoque. Las conclusiones relacionadas con la aplicación de la educación STEM a través de la integración de ciencias-matemáticas, involucrando ingeniería y tecnología, es factible de realizar en las aulas. Conjuntamente y en el mismo centro educativo se desarrolla la investigación: STEM y Robótica

en educación Primaria: una visión de los maestros a una experiencia en el aula. Dentro de las observaciones que obtenemos de los docentes tutores de los estudiantes participante, el desarrollo del taller y posteriormente entrevistados, encontramos este primer acercamiento a la robótica en un ambiente STEM facilitó que estudiantes descubran y entiendan la realidad que nos rodea y el cambio tecnológico al cual nos enfrentamos como sociedad, llevando las actividades del taller a la sala de clases, su vida cotidiana y siendo capaces de interiorizar el trabajar con otras personas ya que identifican la importancia de trabajar en equipo y las múltiples soluciones que se pueden encontrar en un problema.

Por medio de estas actividades desarrolladas en el proyecto interdisciplinar, los estudiantes aplicaron diferentes conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática al momento de experimentar con los desafíos propuestos. Para ello se trabajó en base a la metodología *IBSE (Inquiry-Based Science Education)*, la cual se sustenta como una forma de enseñanza de las ciencias basada en la indagación, en consonancia con la adquisición de prácticas científicas, y que es vista como una herramienta para generar en los estudiantes diversas competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas. Esto facilitará introducir nuevas tecnologías y lenguajes de programación, permitiendo con ello fabricar representaciones sobre fenómenos del mundo, proporcionando la adquisición y transferencia a distintas áreas del conocimiento, con el fin de desarrollar e intercambiar actividades basadas en la metodología STEM. Se pretende, por tanto, que el diseño de la propuesta educativa privilegie la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología integradas con énfasis en sus aplicaciones en el mundo real. De esta forma se busca incentivar a la integración de colegios de recursos limitados en la educación STEM, la participación al desarrollo de habilidades y competencias personales.

Seguidamente una evaluación de competencias en ciencias y matemáticas a través de una propuesta STEM y Robótica, se ejemplifican diversos ejercicios que buscan medir el desarrollo de competencias ya sea en ciencias o matemáticas posterior al programa de intervención en estas áreas curriculares. Los problemas relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas requerían cálculos matemáticos y científicos que se utilizaron como medio para desarrollar una herramienta para entregar una respuesta a esta evaluación. La importancia de la educación STEM es cada vez más apreciada en todo el mundo, de esta forma la evaluación posee diversos ítems de problemas no rutinarios que proporcionaron una gran variedad de escenarios de problemas novedosos para los estudiantes. Diseñar e implementar una propuesta para evaluar las competencias en las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los procesos de enseñanza aprendizaje.

1.3. Fundamentación

La educación actual, centrada en la transmisión de conocimientos y la memorización, difícilmente podrá entregar, a las futuras generaciones, las herramientas para desenvolverse con éxito en un mundo que se caracterizará por el incremento exponencial de la tecnología. (Vo, Zhu, y Diep, 2017). El crecimiento explosivo de las ciencias y las tecnologías, también ha profundizado en una brecha entre quienes tienen acceso a estos avances y quiénes no, dichas disciplinas son fundamentales para las sociedades tecnológicamente avanzadas o en proceso de tecnificación, contribuyendo a conseguir una mayor competitividad y prosperidad económica en el futuro (González y Kuenzi, 2012). Además, los países destacan la importancia de una educación basada en el desarrollo de la ciencia, por ejemplo, en España, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD, 2007) expresa el desarrollo de la competencia matemática

y competencias básicas en ciencia y tecnología como una sola, incluyendo el desarrollo de habilidades exploratorias y capacidades para lograr un rol más activo del alumno en su aprendizaje.

A través de un aprendizaje enfocado en competencias STEM se facilita a los estudiantes el desarrollo de diferentes procesos cognitivos fundamentales en la resolución de problemas en contextos cotidianos, ya sea promoviendo el trabajo en mejorar actitudes en ciencias o matemáticas (Linn, 2003), además, se motiva a indagar, aprovechar y aplicar conceptos o metodologías enfocadas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. De esta forma, la investigación presenta la robótica como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, destacando diversos beneficios en variadas propuestas educativas, teniendo por objetivo la mejora en la adquisición de nuevos contenidos y el disfrute de los estudiantes al enfrentar desafíos académicos.

1.3.1 Actitud hacia la ciencia

Las actitudes en el ámbito formal de la investigación en ciencias experimentales marcan una característica de los estudiantes que permite entender diversas formas de cómo se integra el sentir, el pensar y actuar en el trabajo cotidiano educativo (Jarvis y Pell, 2005). Para Dabney et al. (2013) las actitudes son entendidas como la suma de inclinaciones, impresiones, obsesiones, nociones preconcebidas, temores, intimidaciones o convicciones del individuo acerca de un asunto preciso. En cierta forma las actitudes son causa y consecuencia de experiencias previas, las cuales se pueden ir modificando en virtud de las orientaciones metodológicas utilizadas por los docentes. De esta forma, la actitud es vista como una orientación generada y motivada por el sistema educativo predominante, el cual reacciona ante determinados elementos del entorno en favor de los estudiantes (George, 2006). Para (Wang y Berlín, 2010) la actitud es vista como la capacidad de relación entre una disposición a interactuar de forma coherente con una determinada forma antes escenarios, elementos, personas y objetivos diferentes, siendo entendida la actitud como un sentimiento general que puede ser positivo o negativo, el cual puede ser modificable según los patrones de conducta y estímulos proporcionados. De esta forma Hu et al. (2018) señala que las actitudes son presentadas como disposiciones que se encuentran como esquemas en el interior de los estudiantes, las cuales pueden ser conservadas de manera positiva o negativa en consecuencia a respuestas que se entregan a situaciones ya experimentadas. Como expresa Khader (2016) las actitudes definen la predisposición de un estudiante de forma constante a diferentes creencias o sentimientos que generan una respuesta según los esquemas existentes. del mismo modo, Ugras et al. (2012) establece que la actitud es vista como la predisposición ya sea de forma parcial o concreta a instaurar un accionar establecido en función a la disposición interna de las personas al apreciar de forma positiva o desfavorable un contexto establecido en su momento o una creencia preexistente. Como plantea Akpınar et al. (2009) las actitudes solo corresponden a sentimientos de los individuos a un objetivo fundado en su propio conocimiento y sus creencias generadas a un fenómeno en particular. Se observa, en estas últimas definiciones la consideración de aspectos cognitivos, afectivos y comportamentales de una persona, quienes intervienen de forma directa en el funcionamiento de las actitudes.

De aquí resalta la finalidad de medir las actitudes hacia las ciencias, ya que nos faculta a dilucidar elementos personales y grupales que condicionan los comportamientos de los estudiantes en la construcción de un entorno pedagógico con objetivos enmarcados en la cotidianidad, identificando saberes, prácticas y la forma como la ciencia hace sentido en ellos para resolver problemas de la vida real (Ali et al., 2013).

En estos tiempos, las ciencias y la tecnología se presentan a un grupo de personas como habilidades decisivas para el desarrollo social ya sea para las comunidades en desarrollo o en vías de conseguir ese progreso, entendiendo que estas áreas inciden en forma directa en la vida común de los individuos, sino que requieren de una fuerza social que apoye el avance y el cumplimiento de objetivos de investigación, el adelanto del conocimiento y la transferencia de los resultados, a consecuencia que estos proveen la mejora permanente en la calidad de vida de los individuos desde educación, salud y economía (Anwar y Bhutta, 2014). De acuerdo con Kind et al. (2007) la sociedad juega un papel sobresaliente en las ciencias y tecnología, ya que los avances científicos promueven a los estamentos educativos a fomentar el desafío de preparar a futuras personas en una formación científica con raíces básicas en el aprendizaje de las ciencias como una de las prioridades dentro del sistema educativo de un país.

Desde esta premisa, el autoconcepto académico influye en el rendimiento y viceversa; Y es que hay una relación estrecha entre esta actitud y los resultados académicos, el interés en continuar con clases de ciencias o con elegir carreras científicas, de esta forma las ciencias son entendidas como una asignatura transversal, en donde las matemáticas poseen un pilar en llega a la solución de diferentes actividades de orden científico, resultando el vínculo entre estas áreas académicas (Gómez-Montilla y Ruiz-Gallardo, 2016).

Desde la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO, 2009) expresan que una sociedad moderna requiere de una formación científica cada vez más eficiente en los estudiantes. Mejorar las actitudes en los estudiantes gracias a los procesos de enseñanza-aprendizaje optimizará un mejor desempeño en la calidad de vida de los estudiantes. Para Bahtiyar y Basturk (2012) uno de los factores que acentúa el distanciamiento hacia las ciencias y su actitud positiva, recae en que se continúa con un trabajo con esquemas, inertes y solo narrativos, traduciendo esta dinámica en un bajo interés y una disminución en las actitudes hacia el conocimiento científico-tecnológico.

Sin duda, para Duran y Dogan (2011) las actitudes hacia las ciencias se ven cada día como una problemática más contingente a consecuencia del interés mostrado por los aprendizajes en científicos y las decisiones que evalúan los estudiantes sobre sus futuros académicos y los alcances logrados por las ciencias en ámbitos generales a su realidad formativa.

Las actitudes de la mano con los conocimientos en ciencias son vistas en esta investigación como una multitud de saberes que se limitan al trabajo con ciencias y que tienen como finalidad la explicación de diversos fenómenos presentados a consecuencia de postulados racionales a un contexto estudiantil. De esta manera comprendemos las ciencias como un conjunto de conocimientos o saberes racionales y comprobables, los cuales poseen un soporte en el manejo reflexivo y crítico de los resultados, verificando métodos utilizados en cada uno de los procesos involucrados (Alsali et al., 2019). Dichas actitudes hacia las ciencias en el marco de la presente investigación, se presentan como una oportunidad donde se revisa la interacción de los estudiantes con las ciencias, entre el conjunto de instancias de interacción y la realidad social donde se desenvuelven las actividades; esto a consecuencia de que las actitudes corresponden a eventos dinámicos, donde factores como el entorno social y los procesos juegan una predisposición de los estudiantes hacia una acción orientada con el objetivo propuesto desde el inicio de las actividades (Hu et al., 2018).

En este sentido Rutjens et al., (2018) señala que las causas de las actitudes hacia las ciencias se pueden ver evidenciar en los efectos de aprendizajes. Es decir, moldear desde lo educacional a lo actitudinal, teniendo presente las disposiciones, tendencias o inclinaciones que afectan a los estudiantes al momento de enfrentar los desafíos educacionales. De hecho, para el caso de las actitudes, éstas son formas de adaptarse al mundo social, que no están remitidas estrictamente al fuero del sujeto mismo. Por ello juegan un papel importante los preconceptos e imaginarios

cuando predisponen al sujeto hacia reacciones y valoraciones en distintos niveles (Clements y Sarama, 2016).

En la opinión de Snow (2015) el afecto generado por los estudiantes a las ciencias comienza desde los primeros años de escolaridad. No obstante, se vuelve descendente con el transcurrir de los años de estudio. Asimismo, una forma de generar un cambio en este fenómeno y mejorar las actitudes positivas hacia el estudio de las ciencias es reformular estrategias de trabajo y motivar la interacción con el mundo científico en contextos próximos. Resulta necesario presentar unos componentes afectivos que beneficien la búsqueda guiada por este aprendizaje y que tengan un componente de estímulo en el rendimiento académico.

Como hace notar Acevedo et al. (2007) cuando se enseña ciencias la actitud resulta de la adición de inclinaciones, sentimientos, prejuicios, ideas, temores y las convicciones generadas dentro del proceso formativo, el gusto por las clases de ciencias y las preferencias por carreras científicas. Sin duda la actitud hacia las ciencias genera según Benito (2009) una amplitud y profundización de los fenómenos presentes en la naturaleza, desarrollo de una maduración intelectual, estrategias para un pensamiento crítico y aumentar los aprendizajes significativos enmarcados en un contexto próximo a los estudiantes que implican mejoras en los desempeños académicos y sociales, favoreciendo la protección del mundo natural y generando estudiantes con conciencia en los beneficios científicos y sus avances tecnológicos. Igualmente, se fortalecen valores como la autoestima, el trabajo en grupo y la responsabilidad de cumplir con lo encomendado, presentando mayor atención a las instrucciones y la participación permanente en actividades de ciencia.

Finalmente creemos que las actitudes hacia las ciencias y los profesionales que desempeñan alguna profesión científica influyen directamente en la visión que se genera en los estudiantes hacia las ciencias, su trabajo o producción científica, siendo necesario incentivar una conciencia al inclinar su vocación por alguna futura carrera que contenga estos parámetros.

1.3.2. Actitud hacia la matemática

En estos tiempos en los cuales las matemáticas son consideradas una de las asignaturas elementales, se reconoce largamente la importancia de fomentar a los estudiantes, ya sea en el ámbito cognitivo como afectivamente cuando logran generar aprendizajes (Ernawati et al., 2021). Un propósito que resulta común y preponderante en los estudios previos que analizan la relación entre la actitud hacia las matemáticas y el rendimiento académico ha sido rescatar información sobre el orden causal entre la actitud y el rendimiento en las matemáticas escolares (Ma y Xu, 2004), en una era en la que se reconoce ampliamente la importancia de involucrar a los estudiantes tanto cognitiva como afectivamente cuando aprenden matemáticas (Leder, 1985).

De acuerdo con Martínez, (2008) quien, en su revisión de la literatura entre el rendimiento académico y las actitudes hacia las matemáticas, informan que esta técnica de correlación específica es una relación no direccional entre el rendimiento y actitud. Teniendo en cuenta a Gómez-Chacón, (2009) quienes señalan que el éxito o el fracaso en las matemáticas está generado en algo más que el conocimiento de algunos requisitos de contenidos matemáticos como, identificar acertadamente hechos, algoritmos y procedimientos, los cuales no garantizan el éxito en las matemáticas y mucho menos en reforzar la actitud. Diversos factores influyen positivamente entre ellos, en los cuales encontramos la ejecución de los resultados en una tarea específica, emociones, sentimientos al trabajar en matemáticas, las decisiones y estrategias de planificación en una resolución de problemas, la regulación de la acción en un acompañamiento guiado y la evaluación de procesos, cada uno de estos factores, aunque no estén presentes de

manera explícita afectan positivamente la actitud hacia las matemáticas (Palacios et al., 2014; Álvarez y Ruiz, 2010; Gil, Blanco y Guerrero, 2006).

Como expresa Hannula (2002) uno de los factores para el éxito de las actitudes en matemáticas es realizar en los alumnos una oportunidad de comunicarse en forma matemática, generar un razonamiento matemático y de esta forma formar una confianza en ellos mismos para lograr la resolución matemática de problemas. Una de las estrategias más utilizadas para despertar este gusto y actitud por las matemáticas es generar un aprendizaje cooperativo en un espacio de ambiente guiado por el docente, ya que en grupos de trabajos pequeños es posible lograr objetivos utilizando habilidades sociales que se despiertan en el trabajo en grupos. En opinión de Mato y De La Torre, (2010) el trabajo colaborativo resulta efectivo para mejorar el rendimiento de los estudiantes, despierta la mejora a largo plazo y genera actitudes positivas en esta área de estudio. De igual forma el autoconcepto y las habilidades sociales se refuerzan en grupos de trabajo, ya que implican situaciones de compartir y discutir la resolución de problemas en un entorno de confianza para los participantes.

Una de las razones que plantea Ruffell et al. (1998) al priorizar las actitudes hacia las matemáticas, está originada por la vivencia emocional previa en la asignatura parte de los estudiantes, específicamente al autoconcepto matemático, actitudes, creencias matemáticas y la proximidad con las estrategias empleadas por el maestro. De esta forma es posible hacer una diferencia entre actitudes hacia las matemáticas y actitudes innatas hacia las operaciones aritméticas. Citando a Selden y Selden (2005) las actitudes matemáticas poseen un enfoque marcado en lo cognitivo y se vincula al modo de utilizar las capacidades y competencias generales en esta área de estudio, entendidas como la apertura mental, flexibilización del pensamiento matemático, espíritu crítico, los cuales resultan preponderantes para el desarrollo matemático. En este sentido Utsumi y Mendes (2000) denomina actitud hacia las matemáticas como la confianza, tranquilidad, motivación y disposición por aprender, desafíos a los retos y creencias hacia un aprendizaje centrado en las matemáticas, cada uno de estos elementos posee un valor fuerte en la manera en que el maestro despierta cada una de estas actitudes en su accionar. Una actitud positiva hacia las matemáticas hace referencia al desarrollo con tareas matemáticas transversales, los cuales fomentan el inicio en la resolución de problemas, conjuntamente con una capacitación intelectual vista como una herramienta para enfrentar soluciones a problemas cotidianos, involucrando a los estudiantes en desarrollar formas propias del quehacer matemático (Watt, 2000; Legañoa, Báez y García, 2017; Artero y Checa, 2020; Flores y Auzmendi, 2015).

Como señala Agüero et al. (2017) la existencia de dificultades en actitudes hacia las matemáticas está condicionado por elementos tales como el aburrimiento de las actividades, la dificultad que genera en los estudiantes sin aprendizajes previos en esta área, la desmotivación al no llegar a los resultados esperados y el rechazo histórico y familiar que se transmite entre las familias. Considerando a los docentes como agentes claves para el revertir de estas dificultades y jugando un especial trabajo en despertar la motivación estimulando emociones positivas que enfrenten la mejora en habilidades que ayuden a comprender y resolver situaciones matemáticas, encontramos que docentes con actitudes positivas hacia las matemáticas desarrollan estrategias que animan la iniciativa, centrando y generando en los estudiantes el gusto y confianza por las matemáticas (Mato y de la Torre, 2009; Martínez, 2008; Bosch, Fonseca y Gascón, 2004; Estrada y Díez, 2011). Es más, para Carmona (2004) la actitud de los maestros hacia las matemáticas es vista como un factor dominante en las actitudes que se genera en los estudiantes hacia las matemáticas

Para la organización de naciones unidas para la educación, UNESCO (2005), la ciencia y las matemáticas resultan factores preponderantes para el crecimiento y desarrollo económico y social de los países; dentro de las especificaciones encontramos la adopción de métodos activos

para establecer una realidad como fuente de aprendizaje, la vinculación de programas de estudio con contexto humano y social favoreciendo un enfoque de trabajo interdisciplinario y contextualizado a la realidad de cada estudiante y región donde estén, siendo consideradas como predictores de la asimilación de aprendizajes, despertar motivacional, la memoria y la utilización que haga en los contextos la facilitación de aprendizaje. Como hace notar Akay y Boz (2010) el despertar de una actitud positiva en matemáticas resulta en la mayoría de las veces integradora de elementos cognitivos, afectivos y conductuales produciendo un agrado de las actividades escolares y resultante de un aprovechamiento en el área de matemáticas. Para Ruiz (2008), la actitud positiva hacia las matemáticas reside en estimular y desarrollar en los estudiantes la curiosidad y el interés por investigar y resolver, ejecutar problemas, la creatividad en la formulación de conjeturas y la autonomía intelectual para enfrentarse a situaciones desconocidas como desafíos permanentes.

En definitiva, cualquier propuesta que busque mejorar las actitudes hacia las matemáticas debe estar estrechamente relacionada con el trabajo pedagógico y didáctico. Tal como señala Vera y Mazadiego (2010) a partir de estas explicaciones, es posible definir un plan de trabajo con un fuerte hincapié en el desarrollo curricular, el cual permita mejorar y fomentar las actitudes positivas en matemáticas. A la vista de lo expuesto parece evidente establecer un vínculo con los factores afectivos, los cuales necesitan ocupar una posición central en la educación matemática. Es por ello que resulta conveniente el fomento de la participación, discusión y la expresión de las ideas. A juicio de Orjuela et al., (2019) todo ello conlleva una flexibilización en los agrupamientos, estímulo del trabajo en equipo, intercambio de ideas, selección y elaboración de información de modo compartido.

Finalmente es importante comprender que el dominio afectivo está asociado directamente con las actitudes a las matemáticas adquiriendo tal protagonismo en este campo que se puede mantener la hipótesis de que las actitudes, las creencias y las emociones influyen tanto en el éxito como en el bajo rendimiento y fracaso en el aprendizaje de las matemáticas (Meza-Cascante et al., 2019; Di Martino y Zan, 2010).

1.3.3. Robótica educativa en educación STEM

En los últimos tiempos hemos visto cómo la tecnología, a través de las diferentes herramientas, se ha posicionado como un eje articulador en la vida de los hogares del mundo, estudiantes y la sociedad en general. Intrínsecamente las ciencias y en especial la tecnología han generado, y encuentran en la robótica una forma de innovación y una oportunidad de generar proyectos que beneficien a la comunidad, quienes con el transcurso de los años ha penetrado en diversas áreas, tales como procesos industriales, áreas de la salud, inteligencia artificial y últimamente en los procesos educativos (El-Fakdi et al., 2015). En palabras de Pina-Calafi, (2017) quien menciona la definición de robot como: una herramienta multifuncional diseñada para responder diversos movimientos programados que permitan trasladar materiales, reordenar piezas y cumplir tareas específicas mediante la programación de sus funciones. Empleando sus palabras encontramos que:

“la conceptualización en la robótica contempla la noción general de robot como resultado de la integración sistémica de cada uno de los subsistemas que lo constituyen, sin importar qué tipo de robot se esté estudiando; noción que a su vez facilita orientar y explicar una experiencia de diseño y construcción de un robot en particular.” (Pina-Calafi, 2017, p. 49)

De esta forma la robótica se presenta como un mecanismo facilitador para el desarrollo de competencias en el ámbito de la educación STEM buscando que los estudiantes logren conectar

los elementos aprendidos a un contexto cercano a sus realidades formativas y sociales (Dean y Kuhn, 2007). A través de situaciones contextualizadas se despierta el interés y motivación por lograr los resultados predeterminados; a través de la sinergia entre la ciencia, la tecnología, matemática e ingeniería y su conexión con el mundo real se logra la conexión real para desarrollar los proyectos enfocados en beneficiar a los estudiantes (Murphy, 2001). Analizando el panorama actual de en educación y la irrupción de los avances en tecnologías y ciencias, en donde, la robótica se presenta como una opción real en el apoyo de los programas escolares (Mirats y Pfeifier, 2006) es considerado elemental el contemplar la inclusión de esta herramienta al contexto educativo, entendiendo la conexión que representa la robótica en sí misma, reforzando diversos ejes temáticos, entre ellos: ciencia, matemática, física, química, electrónica, mecánica, etc.

Durante los últimos años se han planteado diversas interrogantes en torno al término competencia, a consecuencia de la rápida consolidación de este enfoque en los diversos sistemas curriculares de diversos países, lo cual trae consigo una fuerte influencia en las expectativas en torno a los aprendizajes en las asignaturas de estudio y su aplicación dentro del currículo formal de educación por parte de la comunidad educativa (Maaß, 2006). La Red Europea de Información en Educación (2002) define competencia, como la capacidad de generar conocimientos basada en las experiencias adquiridas, valores y disposiciones que se han generado en la práctica interactiva. Por lo tanto, una competencia se relaciona de forma directa con lo aprendido y la forma en que comprensivamente es aplicado en un contexto próximo por el estudiante. Para la Unión Europea (EU, 2006) la educación STEM enriquece el desarrollo de las competencias, ya que aborda de diversa forma las 4 disciplinas que conforman su acrónimo, enriqueciendo e incentivando a los estudiantes a trabajar características propias de cada área de estudio, fortaleciendo significativamente, mediante el trabajo en un enfoque integrador, las diversas competencias que se busca generar en el trabajo con los estudiantes.

Zabala y Arnau (2007) señalan en su definición de competencia, la forma como diversos ámbitos de estudio se relacionan eficazmente, a través de acciones que buscan movilizar intencionadamente diversos elementos establecidos por la actitud, el procedimiento y los componentes conceptuales utilizados.

Deduciendo de lo anterior es posible presagiar la necesidad actual que deja de manifiesto la utilización y dominio efectivo de aplicaciones que posee la robótica y la programación de máquinas presentes en el día a día de nosotros, y su relación con educación fomentando el desarrollo competencial. De esta manera un programa educativo que considera la programación de diseño, movimientos, construcción programación, alfabetización digital para el uso al contexto cotidiano, producirá una reflexión sobre las ventajas que nos ofrecen estas herramientas en facilitar las actividades presentes en nuestras rutinas de vida (Demetriou y Lambeert, 2005). La presencia de una educación en donde se considera la robótica formativa ayudará en la adquisición de competencias educativas, laborales, personales y sociales (López y Andrade 2013). Así mismo, Maxwell (2007), sugieren que la ventaja de adquirir competencias a través del aprendizaje con robots, promoverá una formación científica en un contexto tecnológico. Para el desarrollo de competencias es necesario buscar diferentes entornos de aprendizaje, en donde se pretenda desafiar a los estudiantes a conseguir el objetivo presentado mediante la aplicación de técnicas provenientes de la tecnología y programación y elementos de la educación STEM (Weinberg y Xudong, 2003).

Bravo y Forero (2012) señalan como elemento primordial la utilización de la robótica en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en donde a través de los diversos materiales que la ciencia nos presenta, resulta posible profundizar en elementos que las nuevas tecnologías nos proporcionan de manera constante con la evolución de los años, estableciendo una relación sincrónica con la manipulación y montaje de hardware y programación en software elementales

y específicos para la robótica educativa.

De acuerdo con Carusi et al. (2004) observamos cómo la robótica aplicada en espacios formativos es entendida como un recurso o herramienta que trabaja en torno a generar aprendizajes, los cuales propician un desarrollo de competencias transversales a diversas áreas de estudio. Pittí et al. (2010) señala que el propósito de la robótica en ambientes educativos es el fomento en la adquisición de competencias, las cuales son consideradas esenciales para desenvolverse y resolver situaciones en el mundo actual. La introducción de la robótica en el aula busca explotar sus múltiples dimensiones disciplinares, mediante la generación de ambientes de trabajo, en donde los alumnos sean capaces interactuar con elementos que den soluciones a los problemas presentados (López y Andrade, 2013). La robótica necesariamente debe ser entendida como una herramienta a disposición de la adquisición de contenidos diferentes áreas de estudio y desarrollo de competencias independientes, ya que el dominio de robótica y su metodología se entienden como el medio para lograr la adaptación de lo curricular en diversas áreas de estudio a las actividades de trabajo generadas (Mirats y Pfeiffer, 2006).

Pittí *et al.* (2010) revelan puntualmente que la robótica educativa tiene un perfil multidisciplinario, polivalente y transdisciplinario, ya que, de forma indirecta se trabajan diferentes áreas académicas abordadas en el currículo formal de educación y es vista como una herramienta de gran potencial académico educativo. Así, la potencialidad didáctica y la motivación que despierta en los estudiantes el trabajo dinámico y mecánico, se encuentra en relación directa con los aprendizajes que se busca lograr en los nuevos escenarios tecnológicamente avanzados y sus resultados a corto plazo. Mediante la aplicación de la programación, montaje y manipulación de robots en el aula esta se transforma en un ambiente propicio para el desarrollo de un aprendizaje experiencial vivenciado de forma directa con sus pares, en donde la indagación por parte de los alumnos y la experimentación de lo trabajado sea vista de una forma concreta de aplicación, conectado lo enseñado con las nuevas tecnologías diseñadas para el beneficio de la sociedad (Dean y Kuhn, 2007). La aplicación en base al aprendizaje experimental, representa una instancia útil para la puesta en práctica y consolidación de aprendizajes trabajados en ambientes robóticos (Vega-Moreno *et al.* 2016). A juicio de López-Ramos y Yuste-Tosina (2017) la potencialidad que presenta el trabajo con robótica encuentra innumerables beneficios multidisciplinarios, entre ellos destaca el aporte al lenguaje, la creatividad aplicada en la resolución de problemas, el factor motivacional en función de las actividades grupales, la resolución creativa de conflictos emanados del trabajo con tecnología y descubrir nuevas habilidades a través de la experimentación e investigación.

Benitti (2012) realiza una revisión sistemática de artículos publicados entre el año 2000 y 2009, a través del cual busca conocer el uso e impacto de la robótica en la escuela; dentro de los principales aportes que ofrece encontramos que la robótica como disciplina se encuentra especialmente ligada con la educación STEM, ya sea, en la comprensión de elementos que derivan de las áreas de estudio STEM como en la práctica de ejercicios que buscan desarrollar estas disciplinas, mostrando importantes avances como una herramienta que propicia un enseñanza de contacto directo. En este sentido, la investigación se limitó al análisis de investigaciones de tipo cuantitativo, y refuerza el positivo avance en el trabajo que han comenzado a desarrollar diversos docentes con la robótica educativa incorporando variadas actividades con fines educativos.

Dentro de los principales beneficios que se observan en el trabajo de la robótica en los espacios educativos, Barak y Zadok (2009) destacan que la implementación de recurso dentro de un plan formal, aumenta la comprensión y manejo en el área de las ciencias y tecnología, principalmente trabajadas en espacios en donde la resolución de problemas sea vista como una estrategia para el desarrollo de aprendizajes educativos. De esta forma se potencia un enfoque mixto en el aprendizaje, en el cual el diseño y la solución del problema inicial se consigue utilizando los

medios científicos o tecnológicos con los cuales se dispone, dejando en un segundo orden el aprendizaje memorístico e individualista.

Entre los diversos trabajos, encontramos a Sullivan y Moriarty (2009) y Sullivan (2008) quienes luego de implementar un proyecto educativo el cual buscó generar una cultura y alfabetización científica, mediante la puesta en práctica de un proyecto que busca potenciar la robótica educativa como una herramienta para el desarrollo de un pensamiento científico, observaron que los estudiantes mostraron mejoras significativas en las evaluaciones realizadas al inicio y finalización del programa de estudio. Esto pone de manifiesto que la utilización de la robótica supuso un aumento en la experiencia de experimentación por parte de los estudiantes con el mundo tecnológico y entornos que desarrollan el aprendizaje mediante la aplicación de la robótica.

Bers y Portsmore (2005) desarrollaron un proyecto innovador dirigido a estudiantes de ingeniería en el proceso educativo formal; a través de un proyecto buscaban despertar en los estudiantes las habilidades mediante la educación STEM, a través de las actividades formuladas donde estaban implicados robots. Así los estudiantes de ingeniería desarrollan e implementan en el currículo formal de matemática, ciencia y tecnología, mediante la práctica de la robótica incrementando el grado de satisfacción por el trabajo tecnológico. Acuña y Castro (2012) subraya la importancia de la robótica educativa en los procesos de enseñanza aprendizaje, siendo un factor clave el diseño, la utilización y el contexto en el cual se busca implementar, el cual se encuentra ligado de forma directa a las nuevas tecnologías que se aplican en las aulas. Finalmente, uno de los desafíos actuales en el mundo de robótica aplicada a la educación sería consolidar sus bases al punto de que pueda ser considerada como una asignatura propia dentro del currículo de educación formal. Supondría integrar las diferentes ciencias tradicionales, en las cuales las disciplinas trabajadas en STEM servirán como elementos de apoyo, a la realización de cada una de las actividades propuestas, con el objetivo de lograr los aprendizajes esperados y el fomento de las habilidades y competencias esperadas por la nueva sociedad del conocimiento (Chin y Yue, 2011; Pittí *et al.* 2010).

1.4. Objetivos de investigación e hipótesis de investigación.

1.4.1. Objetivos

O1. Describir la producción científica indexada en la base SCOPUS sobre educación STEM, en el contexto internacional a lo largo de los últimos nueve años y caracterizar la producción científica sobre robótica educativa en Educación Primaria para la educación STEM mediante una revisión sistemática en las bases de datos *Scopus de Elsevier*, *Educational Resource Information Center (ERIC)* y *Web of Science (WoS)* de *Clarivate Analytics*.

O2. Analizar los libros de texto de Educación Primaria españoles y chilenos, expresión del currículo de la LOMCE para España y del MINEDUC para Chile, de las asignaturas de Ciencias Naturales y Matemáticas, para establecer la presencia y la caracterización de las actividades didácticas de los libros según el enfoque STEM.

O3. Diseñar e implementar un proyecto interdisciplinar de acuerdo al enfoque STEM, usando la robótica educativa como recurso privilegiado y con un enfoque ambiental (CISOGRA) dirigido a estudiantes españoles de tercer ciclo de Educación Primaria en contextos vulnerables, de cara a potenciar la competencia matemática y las competencias clave en ciencia y tecnología y las actitudes hacia las ciencias y las matemáticas.

O4. Evaluar mediante instrumentos extraídos de la literatura y diseñados *ad hoc* para este trabajo, el impacto del proyecto en relación con actitudes hacia las ciencias y las matemáticas, así como las competencias en ciencia, tecnología y matemáticas mediante la adaptación de evaluaciones estandarizadas y las calificaciones académicas.

O5. Describir la implementación y el impacto del proyecto CISOGRA desde la perspectiva del autor de esta memoria (y diseñador y ejecutor del proyecto) y de los maestros de los escolares participantes como observadores privilegiados.

1.4.2. Hipótesis

De acuerdo a estas consideraciones, se plantea la siguiente hipótesis de la investigación:

H. La implementación de un proyecto interdisciplinar de acuerdo al enfoque STEM con estudiantes españoles de tercer ciclo de Educación Primaria de en contextos vulnerables, a través de una metodología basada en el Aprendizaje basado en Problemas y en la indagación, mejora la actitud hacia las ciencias y las matemáticas fortaleciendo las competencias básicas en ciencia, tecnología y matemáticas de los estudiantes de Educación Primaria española.

1.5. Método de investigación

El proyecto CISOGRA es implementado en un centro educativo concertado de la ciudad de Granada (España), el cual integra el proyecto educativo de Comunidades de Aprendizaje (Red Andaluza de comunidades de Aprendizaje, 2012) realizándose en horario de tarde. La intervención, de frecuencia semanal, se estructura en dos partes una primera de apoyo escolar en el ámbito de las ciencias y las matemáticas (30 minutos) y otra en el proyecto de creación de una ciudad sostenible (60 minutos). Como eje vertebrador, de motivación y aprendizaje, se sitúa la robótica con la utilización del robot Mbot de Makeblock. Se pretende, que los estudiantes vinculen los contenidos curriculares a través de las actividades diseñadas para este proyecto.

Seguidamente, durante el mes de enero del 2019, se abrió la convocatoria para los estudiantes del establecimiento a través de:

- a) Propuesta centro educativo (director) reunión informativa (Compromisos y beneficios),
- b) Presentación del proyecto al maestro del centro.
- c) Difusión entre el alumnado de los 4 cursos participantes (videos, presentación y demostración) con actividades y participación de estos.
- d) Entrega de material informativo entre los interesados y recepción de firmas autorizadas de los tutores responsables.
- e) Presentación a padres o tutores de los alumnos.
- f) Inicio de las sesiones de trabajo.

La propuesta educativa se alinea con el proyecto educativo de Comunidades de Aprendizaje y cuenta con la autorización del comité de ética de la Universidad de Granada (anexo, 3), concretamente en lo referente a la extensión del tiempo escolar, La metodología de investigación es mixta; se mide la actitud y competencias, en fase pretest y postest, En la fase cualitativa, se hace un registro de las sesiones (diario de campo) y se realizarán las entrevistas semiestructuradas a profesores.

De una población de 80 estudiantes, se tomó una muestra no probabilística, de 15 estudiantes, los cuales fueron sometidos (Grupo Experimental) a la aplicación del programa de intervención de robótica (Grupo Control). Posteriormente a ambos grupos se les aplicó la prueba que permitió verificar la efectividad del programa de robótica STEM. Los participantes en el proyecto

CISOGRA (grupo experimental) han sido 15 estudiantes (6 chicas y 9 chicos), pertenecientes a los 4 grupos-clase de 5º y 6º de Educación Primaria del centro educativo mencionado (11 de 5º curso y 4 de 6º curso). La selección de estos participantes ha sido por autoselección, por el interés y disponibilidad de los mismos para enrolarse en el proyecto, lo que implica un muestreo no probabilístico intencional (Hernández et al., 2010). Esta investigación presenta un diseño cuasi-experimental pre y post-test con un grupo control (Cohen et al., 2000) establecido por un proceso de “*matching*” para las variables dependientes actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificación académica y un diseño pre-experimental pre y post-test.

El resto de los estudiantes del centro, aunque por diversas razones no llegaron a formar parte de la intervención, sí accedieron a participar en la toma de datos contestando a los cuestionarios utilizados en la investigación. De este grupo de estudiantes, se ha procedido a conformar un grupo control con el que comparar los resultados del grupo experimental. Para la elaboración de dicho emparejamiento se han buscado estudiantes que tuvieran el mismo sexo, en el mismo curso y que tuvieran el mismo profesorado (o lo que es lo mismo, que fueran de la misma clase) que sus homólogos de grupo experimental, dada la importancia de estas variables en el desempeño escolar (Tseng, et al., 2011) adicionalmente a estos criterios, para el emparejamiento también se ha considerado, simultánea y acumulativamente, los valores pre-test de las cuatro variables dependientes: actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificaciones en las materias escolares de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Para estas variables, no se han podido evitar diferencias individuales en cada emparejamiento (experimental - control), procurando que fueran de signo diferente, de manera que las diferencias globales fueran mínimas y estadísticamente no significativas de acuerdo con la prueba *U-Man Whitney*.

Los dos instrumentos administrados para caracterizar las actitudes fueron:

a) *Three-Dimensions of Students Attitude Towards Science –TDSAS* de Zhang y Campbell (2011). Es una escala Likert con 5 niveles de respuesta (desde totalmente en desacuerdo a totalmente en acuerdo), que consta de 28 ítems, agrupados en tres dimensiones: 1) sentimiento afectivo sobre la ciencia, 2) tendencia conductual en el aprendizaje de la ciencia, 3) juicio cognitivo de la ciencia. El TDSAS, en su aplicación original de Zhang y Campbell (2011), siendo traducido al español por Fernández et al. (2020).

b) Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) de Palacios, Arias, y Arias, (2014). Esta escala Likert consta de 5 niveles de respuesta (desde totalmente en desacuerdo a totalmente en acuerdo) y 32 ítems, agrupados en 4 dimensiones: 1) Percepción de la competencia matemática, 2) Gusto por las matemáticas, 3) Percepción de la utilidad, 4) Autoconcepto matemático. (Valoración y utilidad de las matemáticas en contextos afectivos y de utilidad en escenarios generales).

En el caso cualitativo, la importancia de la investigación se centra en estimar el grado de significancia que el programa de robótica STEM puede generar en estudiantes como herramienta didáctica para el aprendizaje de las matemáticas y ciencia, y al mismo tiempo promueve el uso de las tecnologías.

Para obtener los resultados, empleamos la entrevista semi-estructurada aplicada en el centro de enseñanza, se realizaron entrevistas de una duración aproximada de entre 20 y 30 minutos cada una con los 4 profesores participantes de forma individual. Se utilizaron las mismas preguntas (guión) para cada profesor, buscando indagar en sus creencias y percepciones con respecto al trabajo realizado. Las entrevistas fueron grabadas con un teléfono móvil y transcritas a texto para su análisis, con el consentimiento firmado de los entrevistados, obteniendo una

visión general de las herramientas, competencias y actitudes adquiridas por los alumnos (Garrison, 2007); siendo estas valoradas por los maestros titulares (Muestra: M1, M2, M3 y M4) de los 4 cursos que pertenecen los estudiantes (5ºA, 5ºB, 6ºA y 6ºB); la entrevista recoge consideraciones vistas en alumnos en horario de clases formales, permitiendo conocer las razones, factores, condiciones influyentes, que justifican y explican el porqué de su valoración hacia los aprendizajes de carácter formativo generados en matemáticas, ciencia y adicionalmente el rendimiento académico general de los estudiantes, conjuntamente con el análisis al diario de campo realizado en cada sesión. Con las observaciones se logró estudiar uno o varios casos a la vez, describiendo aspectos que otros instrumentos podrían no apreciar, como expresiones no verbales, interacciones con los participantes, e incluso midiendo el tiempo empleado en cada actividad (Arbeláez y Onrubia, 2014). Se utilizó una plantilla para anotar las observaciones dentro del aula, centrándose en observar la práctica de los alumnos al desenvolverse en un ambiente de aprendizaje STEM. Adicionalmente, se realizó una grabación dentro del aula del trabajo de los estudiantes durante el desarrollo de las sesiones. Se utilizó una modalidad de observación directa-participante (el investigador estuvo presente en el aula donde se realizó la observación). Con esta estrategia se busca analizar las interacciones (verbales y no verbales) que se producen en el aula a medida que se desarrollaban las sesiones.

Finalmente, los Contenidos trabajados corresponden a diferentes áreas curriculares, pertenecientes a los bloques de contenido de:

- a) Ciencias: “Materia y Energía”, “La tecnología, los objetos y las máquinas” (MECD, 2014).
- b) Matemáticas: “Procesos, métodos y actitudes matemáticas”, “Medidas”, “Estadística y Probabilidad” (MECD, 2014).

El estudio que evalúa las competencias en ciencias y matemáticas tiene un carácter exploratorio-descriptivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El diseño es cuasiexperimental con un solo grupo (León y Montero, 2015). La forma de estructurar la evaluación fue compilando preguntas extraídas de distintas evaluaciones de competencias científico-tecnológicas y matemáticas desarrolladas por distintas comunidades autónomas y pruebas de años anteriores, seleccionando un total de 16 preguntas, según los modelos entregados por el INEE, existiendo una validación previa de las mismas por cuanto no se realiza una validación de la prueba formulada. Luego de caracterizar los ítems de las pruebas de acuerdo con los resultados y la competencia que se pretende evaluar, se organizan los hallazgos en tablas de frecuencias y se representan mediante gráficos estadísticos. Esta muestra fue no probabilística, de tipo intencional (Cardona, 2002), debido a la modalidad voluntaria de acceso a los talleres STEM, los cuales fueron sometidos (grupo experimental) a la aplicación del programa de intervención STEM (pre y post test). Posteriormente se aplicó la prueba que permitió verificar la efectividad del programa STEM.

Capítulo 2. Avanzar mirando atrás

2.1. Presentación Artículos 1 y 2

En este capítulo nos centramos en el punto de inicio de este trabajo, buscando obtener los primeros datos bibliométricos y del estado del arte en Robótica educativa aplicada a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y las matemáticas y la educación STEM. Por tanto, nos enfocamos en estudiar la literatura existente, realizando una bibliometría y una posterior revisión sistemática como punto de partida de nuestro estudio.

En el artículo 1 y con la finalidad de realizar una investigación exploratoria. Primeramente, hemos realizado una búsqueda en la base de datos SCOPUS, por la gran cobertura de revistas de calidad en Ciencias Sociales y Humanidades que ofrece y por ende su alta valoración (Codina et al., 2020).

Seguidamente el artículo número 2 se profundiza en una revisión sistemática ampliando a tres bases de datos de gran conocimiento académico (*Scopus de Elsevier*, *Educational Resource Information Center (ERIC)*, *del Departamento de Educación de los Estados Unidos de América*, *Web of Science (WoS)* de *Clarivate Analytics*) como una forma de incrementar la revisión de literatura en diversos repositorios e incluyendo investigaciones que solo son parte de una base de datos, de igual forma se identifican artículos duplicados o presentes en las 3 fuentes consultadas. Se muestran los resultados de una revisión sistemática de la literatura, siguiendo la declaración PRISMA. Los objetivos de investigación que se buscan corresponden a establecer estrategias metodológicas, participantes, dinámicas de trabajo, género de participantes e investigadores, etapas educativas consideradas y a las implicaciones educativas resultantes, entre otros.

Análisis bibliométrico sobre educación STEM

Bibliometric analysis on STEM education

FERRADA, Cristian 1; DÍAZ-LEVICOY, Danilo 2; SALGADO-ORELLANA, Norma 3; PURAIVAN, Eduardo 4

Recibido: 22/08/2018 • Aprobado: 13/02/2019 • Publicado 06/03/2019

Contenido

- 1. Introducción
- 2. Metodología
- 3. Resultados
- 4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

RESUMEN:

Este artículo describe los resultados de un análisis bibliométrico de la producción científica sobre educación STEM, en la base de datos SCOPUS, entre los años 2010 y 2018. El estudio consistió en analizar un total de 65 documentos publicados en dicha base, con las variables que en ella se proporcionan. Los resultados dan cuenta que la educación STEM es un tópico en proliferación, al identificar las áreas y palabras claves relevantes sobre el tema, así como los países y medios en que se publican.

Palabras clave: Análisis bibliométrico, Educación STEM, enseñanza.

ABSTRACT:

This article describe of the results of a bibliometric analysis the scientific production on STEM Education, in the database SCOPUS, between 2010 and 2018. The study consisted in analysis for total 65 documents published in this database, with variables for provide its. The results show than the STEM education is one topic in proliferation, when identifying the areas and keywords relevant on the subject, as well as countries and means in the which they are published.

Keywords: Bibliometric analysis, STEM education, teaching.

1. Introducción

En la actualidad, vivimos la cuarta revolución industrial (Schwab, 2016) en relación a las vertiginosas y aceleradas variaciones que se presentan en tecnología, economía y empleo, las cuales se reflejan a nivel social, transformando el panorama de la economía mundial. En este sentido, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2010) destaca que la capacidad de un país para innovar en ciencia, tecnología e investigación, influirá en su posición y crecimiento a nivel mundial. Estas situaciones afectan directamente a la formación que se espera reciban los futuros ciudadanos en los distintos niveles de formación (primaria, secundaria o universitaria).

En tal sentido, la idea de una educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) nace en la década de los años 90, en la *National Science Foundation* en

Estados Unidos, y también en la Unión Europea, con la finalidad de comprender la interacción de disciplinas como la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática desde el ámbito de la educación; dando respuesta a las demandas surgidas desde la sociedad. Lo que ha provocado que diversos países potencialmente industrializados comenzaran a intensificar sus esfuerzos en materias que desarrollaran la ciencia y la tecnología a nivel educativo e industrial.

Actualmente la educación STEM es concebida como un fenómeno educativo, enfocada en mejorar los aprendizajes de los estudiantes, ya sea en conocimientos como en habilidades (Bybee, 2013). Por su parte, Marginson, Tytler, Freeman y Roberts (2013) señalan que, para ser una nación líder en dinámica e innovación a nivel mundial, es necesario desarrollar la creatividad y el pensamiento lógico en los estudiantes, lo cual es considerado como un propósito de la educación STEM. Dado que, como plantean Fiszbein, Cosentino y Cumsille (2016), la falta de especialistas en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática debilita la capacidad de innovación y desarrollo, he incrementa las diferencias entre países. Lo cual provoca que se potencien negativamente las desigualdades sociales, debido a la escasez de talento en áreas específicas.

Corfo y Fundación Chile (2017) sostienen que la integración STEM, en los procesos de enseñanza y aprendizaje, pueden facilitar la generación de conocimiento en tecnología e ingeniería. Además, señalan que los estudios experimentales y exploratorios son escasos y suelen tener muestras pequeñas, por lo que sus resultados deben ser analizados con moderación.

Un segundo elemento clave en este estudio es la bibliometría, que se entiende como una rama de la cienciometría (Gauthier, 1998) y se define como la "aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a los libros y otros medios de comunicación" (Pritchard, 1969, p. 349).

Los estudios bibliométricos van en aumento, debido a la necesidad de evaluar el desarrollo de la producción científica y su impacto, así como conocer el estado del campo donde se desarrolla una investigación (Cobo, López, Herrera y Herrera, 2011; Lagos y Pérez-Gutiérrez, 2016; Solano, Castellanos, López y Hernández, 2009; Thelwall, 2009).

De modo similar, Cardona, Becerra y Rodríguez (2017) señalan que mediante un estudio bibliométrico es posible identificar tendencias y definir patrones que pueden ayudar a establecer avances y definir el grado de desarrollo científico de una temática en particular, para lo cual la bibliometría utiliza algunos indicadores. En este sentido, Ardanuy (2012) menciona que un estudio bibliométrico considera algunas variables como: número de autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma y palabras clave, centrando específicamente su atención en el cálculo e interpretación de los resultados cuantificables.

De acuerdo a la importancia de estos temas, educación STEM y análisis bibliométrico, es que nos planteamos como objetivo *describir la producción científica indexada en la base SCOPUS sobre educación STEM, en el contexto internacional a lo largo de los últimos nueve años*. Con ello, analizamos aspectos fundamentales relacionados con la producción científica en esta área, entre ellos: año de publicación, tipo de documento, autores, palabras clave, área temática y país de los autores.

En lo que sigue describimos la metodología, los resultados del análisis y finalizamos con las conclusiones obtenidas del estudio.

2. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se realizó una búsqueda bibliométrica basada en una adaptación al diseño metodológico propuesto por Pineda (2015) (Tabla 1).

Tabla 1
Fases de la investigación, modelo adaptado de Pineda (2015)

Fases	Objetivo	Resultado

1	Establecer la ecuación de búsqueda	Selección de documentos científicos a analizar
2	Desarrollar el ejercicio bibliométrico	Análisis bibliométrico para la recolección de los datos
3	Consolidar información para su difusión	Resumen de los datos y establecimiento de los principales hallazgos de la búsqueda

En primer lugar, se construye y prueba la ecuación de búsqueda a partir de las palabras clave que permitieron caracterizar el análisis bibliométrico en educación STEM. Las palabras clave se definieron a priori y luego se normalizaron mediante el Tesauro de UNESCO.

La ecuación de búsqueda es de uso frecuente en diferentes estudios de revisión de la literatura, análisis bibliométrico o cuantitativo (e.g., Barros y Turpo, 2017; Cardona, Becerra y Rodríguez, 2017; Mora y Norman, 2017; Ovallos, Velez, Figueroa, Sarmiento y Barrera, 2017; Pineda, 2015). En este trabajo, la ecuación utilizada para la búsqueda en SCOPUS es:

TITLE-ABS-KEY ("STEM education research" OR "STEM learning research") AND ("not-formal education" OR "integration" OR "teacher education" OR "engineering education") AND (EXCLUDE (SUBJAREA,"MEDI ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"AGRI ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"BUSI "))

Mediante esta ecuación se obtuvo un total de 121 documentos, cuyo tópico central estaba relacionado con la educación STEM entre los años 2010 y 2018. Dada la amplia naturaleza conceptual del tema analizado, se revisaron los resúmenes como una forma de refinar la selección, obteniendo un total de 65 documentos.

En la segunda fase, se recogen los datos de interés de cada documento seleccionado en proceso anterior para lo cual se consideraron las siguientes variables:

1. Año de publicación: relacionada al año en que el documento fue publicado.
2. Tipo de documento: clasifica el documento según tipo de publicación.
3. Autores: identifica a los autores del escrito.
4. Palabras clave: palabra o conjunto de palabras que identifican la temática central del documento.
5. Área temática: tiene relación con el ámbito científico en que se ha publicado el documento.
6. País de autoría: lugar geográfico donde se encuentra la universidad o centro de investigación al que pertenece el autor.

Finalmente, en la tercera fase se ordenó la información, mediante tablas estadísticas y se obtuvieron los principales hallazgos y resultados del análisis, los que se detallan en el siguiente apartado.

3. Resultados

3.1. Año de publicación

En la Tabla 2 se observa la variación de los trabajos sobre educación STEM entre los años 2010 y 2018 (hasta agosto del 2018). En ella se muestra el incremento paulatino de la producción científica respecto al tema. Lo que se puede justificar por lo contingente del mismo, ya que en los tres primeros años considerados en este estudio solo se observa un trabajo que cumple con los requisitos de búsqueda.

Tabla 2
Año de publicación de documentos sobre educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

Año	Documentos	Porcentaje
2010	1	1,5

2011	1	1,5
2012	1	1,5
2013	3	4,6
2014	5	7,7
2015	9	13,8
2016	17	26,2
2017	17	26,2
2018	11	16,9
Total	65	100

Por ejemplo, entre los documentos encontrados está el de Banks y Sokolowski (2010) como el más antiguo; también el de Hess y Fila (2016) y Kimmel, Hirsch, Burr-Alexander y Rockland (2017) en los años de mayor producción, y Rustaman, Afianti y Maryati (2018) como uno de los trabajos publicados en el año en curso.

3.2. Tipo de documento

En la Tabla 3 se observa la distribución de la producción sobre educación STEM según el tipo de documento en que se ha publicado. En ella vemos que la mayoría corresponden a documento de sesión (52,3%), es decir, publicaciones de trabajos presentados en eventos académicos (congreso, conferencias, exposiciones, simposios, foros, etc.), por ejemplo, *ASEE Annual Conference and Exposition*. En segundo lugar, encontramos el tipo de documento que se clasifica dentro de la categoría de artículos, el cual presenta 23 trabajos, pertenecientes a diversas revistas, tales como, *Journal of Science Education and Technology*, *Research in Science and Technological Education*, y *Journal of Turkish Science Education*.

Finalmente, encontramos los capítulos de libros y editoriales, ambos con 4 trabajos. En el primer caso, por ejemplo, se encuentra el capítulo *STEM in early childhood education: we talk the talk, but do we walk the walk?* (Kumtepe y Genc-Kumtepe, 2014). El segundo caso corresponde a editoriales que se publican en revistas, en los que se expone sobre la temática que se aborda en un determinado número; por ejemplo, la editorial *Towards the STEM DBER alliance: Why we need a discipline-based STEM education research community*, publicada en la *Journal of Engineering Education* (Henderson et al., 2017).

Tabla 3
Tipo de documento sobre educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

Año	Documentos	Porcentaje
Documento de sesión	34	52,3
Artículos de revista	23	35,4
Capítulo de libro	4	6,2
Editorial de revista	4	6,2

Total	65	100
-------	----	-----

3.3. Autores

De acuerdo al análisis se han identificado 160 autores en las 65 publicaciones. En la Tabla 4 se muestra la distribución de la producción por cantidad de trabajos publicados en SCOPUS, así como la productividad según la ley Lotka.

Tabla 4
Autores relacionados con educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

Nº documentos	Frecuencia de autores	Porcentaje	Productividad (Lotka)
3	1	0,6	Mediano productor
2	21	13,1	Productores ocasionales
1	138	86,3	Productores ocasionales
Total	160	100	

Dentro de los autores que más destacan en educación STEM encontramos a Justin Hess L., investigador del *STEM Education Innovation and Research Institute (SEIRI)* de la *University-Purdue University Indianapolis* (Indianapolis, Estados Unidos). El autor, en la base de datos SCOPUS, presenta 35 documentos, siendo el año de mayor producción el 2016 con 10 publicaciones, citado 131 veces en 88 documentos, el año con mayor número de citas fue el 2017 con 41 menciones, en la búsqueda desarrollada aparece mencionado en 3 artículos de los 65 encontrados (Hess y Fila, 2016; Hess, Sorge y Feldhaus, 2016; Fila, Hess, Purzer y Dringenberg, 2016).

Según la ley de Lotka, el mayor porcentaje de productividad se concentra en una menor cantidad de autores, los cuales son clasificados como productores ocasionales.

3.4. Palabras clave

Respecto a las palabras clave que se especifican en los 65 documentos, encontramos un total de 160. En la Tabla 5 especificamos las con frecuencia igual o superior a 2. En esta tabla vemos que la palabra clave más recurrente es *estudiantes*, la cual aparece en 19 documentos (29,2%), seguida de *educación en ingeniería* (27,7%), *educación* (26,2%) y *educación STEM* (26,2%). Por otro lado, se destacan 19 palabras que aparecen en dos documentos, tales como: *proceso de aprendizaje*, *enseñanza de las ciencias* y *resolución de problemas*. Además, encontramos 127 que aparecen una sola vez, por ejemplo, *educación STEM integrada*, *integración curricular*, *colaboración*, *aprendizaje*, *creatividad* e *ingeniería*.

Tabla 5
Palabras clave más frecuentes sobre de las producciones sobre educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

Palabras clave	Frecuencia	Porcentaje (n=65)
Estudiantes	19	29,2
Educación en ingeniería	18	27,7
Educación	17	26,2

Educación STEM	17	26,2
Enseñar	15	23,1
STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)	12	18,5
Currículo	10	15,4
Educación en computación	6	9,2
Instrucción asistida por computadora	4	6,2
STEM	4	6,2
Aprendizaje colaborativo	3	4,6
Aspectos profesionales	3	4,6
Enseñanzas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas	3	4,6
Sociedad e instituciones	3	4,6
Educación en informática	2	3,1
Desarrollo curricular	2	3,1
Diseño	2	3,1
Estudiante Secundaria	2	3,1
Educación Superior	2	3,1
Plan de estudios K-12	2	3,1
Proceso de aprendizaje	2	3,1
Maestros en pre-servicio	2	3,1
Resolución de problemas	2	3,1
Diseño de producto	2	3,1
Desarrollo profesional	2	3,1
Investigación	2	3,1
Comunidades de investigación	2	3,1
Carreras STEM	2	3,1
Soportes	2	3,1

Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas	2	3,1
Enseñando y aprendiendo	2	3,1
Enseñanza de las ciencias	2	3,1
La educación de pregrado	2	3,1
Otra palabra (total 127 palabras)	1	1,5

3.5. Área temática

En la Tabla 6 se presentan los resultados del área temática a las que pertenecen las fuentes en que se han publicado los documentos. En este caso, se han identificado diferentes áreas, las que pueden ser más de una por fuente. El 65,6% de los documentos analizados pertenecen al área de ciencias sociales, el 43,8% están relacionados con ingeniería y un 14,1% con ciencias de la computación.

Tabla 6
Áreas temáticas de los documentos sobre educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

Área temática	Documentos	Porcentaje
Ciencias sociales	42	65,6
Ingeniería	28	43,8
Ciencias de la computación	9	14,1
Psicología	6	9,4
Física y astronomía	4	6,3
Ciencias de la decisión	2	3,1
Tierra y ciencias del planeta	2	3,1
Matemáticas	1	1,6

En el área de ciencias sociales está el trabajo *Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation* (Corlu, Capraro y Capraro, 2014), en el área ingeniería está *The development and growth of empathy among engineering students* (Hess y Fila, 2016) y en el área de ciencias de la computación se tiene el trabajo *Development of interactive 3D tangible models as teaching aids to improve students' spatial ability in STEM education* (Ha y Fang, 2013).

3.6. País de la autoría

Finalmente, por medio de esta variable, se identifican los países donde se encuentran las instituciones en la que investigan los firmantes de los documentos científicos en educación STEM (Tabla 7). En los resultados obtenidos es posible apreciar que los autores pertenecen mayoritariamente a instituciones de Estados Unidos, esto es, que 39 de los 65 documentos sobre en educación STEM (60%) son firmados por al menos 1 autor procedente de alguna

institución estadounidense. Se encontraron 8 documentos que tienen relación con alguna institución de Turquía (12,3%), seguidos de Canadá y Reino Unido con 3 publicaciones cada uno (4,6%). A través de los resultados obtenidos es posible evidenciar el marcado interés que despierta el tema en países altamente desarrollados y que representan un modelo a seguir en industrialización, investigación y en materia de avances tecnológicos, demostrando un trabajo que nace principalmente en universidades y que se complementa posteriormente con el ámbito empresarial.

Tabla 7
Países de publicación de los documentos sobre educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

País	Documentos	Porcentaje (n=65)
Estados Unidos	39	60
Turquía	8	12,3
Canadá	3	4,6
Reino Unido	3	4,6
Australia	2	3,1
Indonesia	2	3,1
Corea del Sur	2	3,1
Tailandia	2	3,1
Colombia	1	1,5
Alemania	1	1,5
Grecia	1	1,5
Hong Kong	1	1,5
India	1	1,5
Italia	1	1,5
Letonia	1	1,5
Malasia	1	1,5
Nueva Zelanda	1	1,5
Noruega	1	1,5
Portugal	1	1,5
Eslovenia	1	1,5

España	1	1,5
--------	---	-----

En la tabla anterior se considera el país de la institución al que pertenecen los autores, pero no discrimina si un documento está firmado por afiliados a diferentes centros de un mismo país. Es por ello, que revisamos todas instituciones declaradas en los documentos y obtuvimos un total de 102, tal como se observa en la Tabla 8. En dicha tabla observamos que el 58,8% de las instituciones son de Estados Unidos, el 8,8% de Turquía y el 2,9% en Australia, Canadá, Indonesia y Reino Unido, cada uno.

Tabla 8
Cantidad de instituciones de publicación de los documentos
sobre educación STEM en SCOPUS (2010-2018)

País	Documentos	Porcentaje (n=102)
Estados Unidos	60	58,8
Turquía	9	8,8
Australia	3	2,9
Canadá	3	2,9
Indonesia	3	2,9
Reino Unido	3	2,9
Corea del Sur	2	2
Grecia	2	2
Hong Kong	2	2
Italia	2	2
Portugal	2	2
Tailandia	2	2
Alemania	1	1
Colombia	1	1
Eslovenia	1	1
España	1	1
India	1	1
Letonia	1	1

Malasia	1	1
Noruega	1	1
Nueva Zelanda	1	1

La institución que más trabajo sobre educación STEM ha patrocinado es la *Indiana University-Purdue University Indianapolis* de Estados Unidos, con 5 trabajos. Le sigue la *University of Colorado at Boulder*, del mismo país, con cuatro aportaciones. En el caso de Turquía, figura la *Gazi Universitesi* y la *Anadolu Universitesi*, ambas con 2 documentos cada una.

4. Conclusiones

Un análisis bibliométrico permite acceder a información de utilidad relacionada con la producción científica respecto a un tema, en nuestro caso sobre educación STEM. También entrega información sobre la tendencia de las investigaciones, los autores más relevantes, entre otros datos. La formalidad y planificación con la que se lleva a cabo un análisis de este tipo es primordial para la validez de los resultados obtenidos; en nuestro caso hemos recurrido a una ecuación de búsqueda mediante palabras clave del tesoro de UNESCO.

En este estudio se analizaron diversos tipos de documentos científicos, los hallazgos reflejan que las palabras clave con mayor presencia en las investigaciones analizadas establecen una relación directa con el ámbito de trabajo de la educación STEM y su desarrollo práctico. De igual forma, se destaca el predominio de autores ocasionales, dando cuenta que quizás aún esta temática se encuentra en vías de consolidación en las publicaciones en SCOPUS. La variedad temática en que se desarrollan las investigaciones, da a conocer el amplio campo investigativo, y la diversidad temática transversal que aborda la Educación STEM. El paulatino, sostenido y creciente aumento de productividad con el transcurrir de los años, ubica la investigación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática como un tema que adquiere importancia con el transcurrir de los años, el cual muestra un aumento de productividad año tras año. También, se evidencia que los contextos donde se desarrollan la mayor publicación sobre educación STEM, son en instituciones de Estados Unidos, indicando los años 2016 y 2017 como el espacio de tiempo de mayor producción e investigación científica. De igual forma las conferencias o documentos de sesión, concentran la mayor cantidad de fuente de producción, la cual principalmente se desarrollan en el área temática de estudio de ciencias sociales, ingeniería y ciencias de la computación.

Estos resultados constituyen un aporte para los investigadores de diferentes niveles, que pueden tomarlos como la base para estudios más amplios sobre la educación STEM. Además, se pueden complementar con otras bases de datos como WOS o SCielo, e incluir otras variables de aspectos de productividad, metodológicas y de contenido.

Referencias bibliográficas

- Ardanuy, J. (2012). *Breve introducción a la bibliometría*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Banks, C. M., y Sokolowski, J. A. (2010). Meeting the challenges of STEM education: teaching modeling and simulation with real-world applications. En E. S. Imsand (Ed.), *Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference* (pp. 146-151). Orlando, FL: Society for Computer Simulation International
- Barros, C. y Turpo, O. (2017). La formación en el desarrollo del docente investigador: una revisión sistemática. *Revista Espacios*, 38(45), 11.
- BID (2010). *Ciencia, tecnología e innovación en América latina y el Caribe. Un compendio estadístico de indicadores*. Washington, DC: Autor.
- Bybee, R. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.

- Cardona, D., Becerra, J. y Rodríguez, D. (2017). Análisis bibliométrico sobre direccionamiento de los estudios en Riesgos Financieros. *Revista Espacios*, 38(59), 2.
- Cobo, M., López, A., Herrera, E. y Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166.
- Corfo y Fundación Chile (2017). *Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento. Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM*. Santiago: Autores.
- Corlu, M., Capraro, R. M. y Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Egitim Ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Fila, N., Hess, J., Purzer, Ş. y Dringenberg, E. (2016). Engineering students' utilization of empathy during a non-immersive conceptual design task. *International Journal of Engineering Education*, 32(3), 1336-1348.
- Fiszbein, A., Cosentino, C. y Cumsille, B. (2016). *El desafío del desarrollo de habilidades en América Latina: Un diagnóstico de los problemas y soluciones de política pública*. Washington, DC: Diálogo Interamericano y Mathematica Policy Research.
- Gauthier, E. (1998). *Bibliometric analysis of scientific and technological research: a user's guide to the methodology*. Montreal: Observatoire des Sciences et des Technologies.
- Ha, O., y Fang, N. (2013). Development of interactive 3D tangible models as teaching aids to improve students' spatial ability in STEM education. En IEEE (Ed.), *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1302-1304). Oklahoma, OK: IEEE.
- Henderson, C. et al. (2017). Towards the STEM DBER alliance: Why we need a discipline-based STEM education research community. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 349-355.
- Hess, J. L. y Fila, N. D. (2016). The development and growth of empathy among engineering students. En ASEE (Ed.), *2016 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 1-20). Nueva Orleans, LA: American Society for Engineering Education.
- Hess, J. L., Sorge, B. y Feldhaus, C. (2016). The efficacy of project lead the way: a systematic literature review. En ASEE (Ed.), *2016 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 1-24). Nueva Orleans, LA: American Society for Engineering Education.
- Kimmel, H., Hirsch, L., Burr-Alexander, L. y Rockland, R. (2017). Engineering & STEM: Complementary areas of study. *International Journal of Engineering Education*, 33(1), 287-294.
- Kumtepe, A. T. y Genc-Kumtepe, E. (2014). STEM in early childhood education: We talk the talk, but do we walk the walk? En I. Management Association (Ed.), *STEM education: concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 1-24). Hershey, PA: IGI Global.
- Lagos, R. y Pérez-Gutiérrez, M. (2016). Análisis bibliométrico de las tesis de pregrado: el caso de Pedagogía en Educación Física de la Universidad Autónoma de Chile (2007-2012). *Revista Iberoamericana de Educación*, 70(1), 181-200.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B. y Roberts, K. (2013). *STEM: country comparisons. International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report*. Melbourne: Council of Learned Academies.
- Mora, A. y Norman, E. (2017). Revisión sistemática de literatura sobre la internacionalización de la empresa PYME en Colombia. *Revista Espacios*, 38(39), 10.
- Ovallos, D., Velez, J., Figueroa, A., Sarmiento, J. y Barrera, J. (2017). Conocimiento y desarrollo socioeconómico. Una revisión de la literatura. *Revista Espacios*, 38(46), 43.
- Pineda, D. (2015). Análisis bibliométrico para la identificación de factores de innovación en la industria alimenticia. *AD-Minister*, 27, 95-126.
- Pritchard, Alan. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349.
- Rustaman, N. Y., Afianti, E. y Maryati, S. (2018). STEM based learning to facilitate middle school students' conceptual change, creativity and collaboration in organization of living

system topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 1-8.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Geneva: World Economic Forum.

Solano, E., Castellanos, S., López, M. y Hernández, J. (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur*, 7(4), 59-62.

Thelwall, M. (2009). Bibliometrics and citation analysis: from the science citation index to cybermetrics. *Library & Information Science Research*, 31(4), 268-269.

1. Doctorando en Educación. Departamento de Ciencias Experimentales, Universidad de Granada, España. E-mail: adarref@correo.ugr.es

2. Doctor en Ciencias de la Educación. Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile. E-mail: dddiaz01@hotmail.com

3. Estudiante de Máster en Intervención Psicopedagógica. Departamento Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Universidad de Granada, España. E-mail: nsalgado@correo.ugr.es

4. Magister en Estadística. Escuela de Educación, Universidad Viña del Mar, Chile. E-mail: epuraivan@uvm.cl

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 40 (Nº 8) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2019. revistaESPACIOS.com · Derechos Reservados

2.3. Artículo 2 La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática.

Education in the Knowledge Society 21 (2020) article 22



Robotics from STEM areas in Primary School: a Systematic Review

La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática

Cristian Ferrada-Ferrada^a, Javier Carrillo-Rosúa^b, Danilo Díaz-Levicoy^c, Francisco Silva-Díaz^d

^aUniversidad de Granada (UGR), Granada, España

<https://orcid.org/0000-0003-2678-7334> adarref@correo.ugr.es

^bDpt. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), Universidad de Granada, España

<http://orcid.org/0000-0003-2889-3966> fcarril@ugr.es

^cUniversidad Católica del Maule, Talca, Chile.

<https://orcid.org/0000-0001-8371-7899> dddiaz01@hotmail.com

^dUniversidad de Granada (UGR), Granada, España

<https://orcid.org/0000-0002-7047-3546> fsilva@correo.ugr.es

ARTICLE INFO

Key words:

Educational robotics
STEM education
Systematic review
Primary school

ABSTRACT

Upon the need for scientific schooling at a young age, the use of robotics in an educational context establishes a valuable didactic resource to develop a STEM centred education. A systematic review has been made, following the declaration Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Prisma) guidelines. The aim of this review is characterizing the scientific production related with STEM education, from working with educational robotics in primary school, thereby research questions are presented about bibliometric indicators, research methodologies employed, the relationship between STEM areas and educational robotics, or social and gender aspects. The research was made in three international databases (Scopus, ERIC and WoS), achieving to find 463 articles, of which 26 documents were selected that met the inclusion criteria. The results show that the investigations that use mixed methodologies are the most used and, at the same time, present a more significant number of citations in Google Scholar. Regarding the first authors' gender approach and the research groups, these are presented equitably. Similarly, there are no differences in access, development, and skill acquisition among participants as a result of the investigations. Also, a more significant implementation of proposals is observed in the after-school hours, improving the attitude and acquisition of skills in STEM areas.

RESUMEN

Palabras clave:

Robótica educativa
Educación STEM
Revisión sistemática
Educación Primaria

Frente a la necesidad de una formación científica a temprana edad, el uso de la robótica en el contexto educativo constituye un importante recurso didáctico para el desarrollo de una educación centrada en las áreas STEM. Se ha realizado una revisión sistemática, siguiendo las directrices de la Declaración *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Prisma), con el objetivo de caracterizar la producción científica relacionada con Educación STEM, desde el trabajo con robótica educativa en Educación Primaria, así se plantean preguntas de investigación sobre indicadores bibliométricos, metodologías de investigación utilizadas, la relación entre áreas STEM y robótica educativa, o aspectos sociales y de género. La búsqueda se realizó en tres bases de datos internacionales (Scopus, ERIC y WoS), logrando identificar 463 artículos, seleccionándose 26 documentos que cumplan con todos los criterios de inclusión. Los hallazgos dan cuenta que las investigaciones con metodologías mixtas son las más utilizadas, y a su vez presentan un mayor número de citas en Google Scholar. Respecto al enfoque de género de los primeros autores y los grupos de investigación, estos se presentan de forma equitativa. De igual forma no se evidencian diferencias en el acceso, desarrollo y adquisición de habilidades entre los participantes como resultados de las investigaciones. También, se observa una mayor implementación de propuestas en el horario extraescolar, mejorando la actitud y adquisición de habilidades en áreas STEM.

Ediciones Universidad de Salamanca | <https://doi.org/10.14201/eks.22036>

22 - 1

Recibido, 17/12/2019. Revisado, 14/03/2020. Aceptado, 12/05/2020. Publicado 24/07/2020
e-ISSN: 2444-8720

1. Introducción

La educación en ciencia, tecnología y matemática permite no solo el desarrollo educativo, sino también industrial y económico de una sociedad. Para ello, se deben promover tempranamente aspectos esenciales de la educación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Taylor, Vásquez y Donehower, 2017), integrándose lo conceptual, procedimental y actitudinal, en torno a la solución de problemas interdisciplinarios generados en contextos cotidianos (Doménech-Casal, 2018; Martín-Pérez, Aguilera, Perales-Palacios y Vilchez-González, 2019; Zollman, 2012). Así, es concebida como un fenómeno educativo, centrada en mejorar aprendizajes (Bybee, 2010).

La educación STEM provoca un efecto positivo en los estudiantes, mejorando la actitud hacia estas áreas STEM (Toma y Greca, 2018), sobre todo cuando estas están estrechamente integradas a nivel curricular, y no trabajadas de manera aislada (Kim y Chulhyun, 2016), siendo esto también coherente con una formación por competencias, en alusión a lo establecido por la Unión Europea (Consejo de la Unión Europea, 2018).

Desde este enfoque, entre otras posibilidades, la robótica educativa se concibe como un recurso didáctico privilegiado dado que supone, per sé, un elemento altamente motivante para los escolares y porque es proclive a que, asociada a la misma, se generen ambientes multidisciplinares que fomenta aprendizajes en las áreas STEM y el desarrollo de competencias generales (Bravo y Guzmán, 2012). Estas competencias se basan en un enfoque globalizador de diferentes áreas de estudio, generando un vínculo directamente con el logro de habilidades STEM, promoviendo el interés y la curiosidad científica, así como las habilidades sociales a través del trabajo en equipo (Aris y Orcos, 2019). Y es que el uso de herramientas tecnológicas, frente a las tradicionales, ofrece a los estudiantes un medio atractivo y motivador para fortalecer habilidades, como las de indagación, y potenciar el aprendizaje de contenidos curriculares (Chung, Cartwright y Cole, 2014; Taylor, Vásquez y Donehower, 2017). También supone un terreno abonado para abandonar metodologías didácticas transmisivas, facilitando la incorporación de otras activas, incluso fomentando el desarrollo de nuevos enfoques metodológicos (Conde *et al.*, 2019; Gonçalves *et al.*, 2019).

En el ámbito de la investigación sobre educación STEM existen varios trabajos de revisión que permiten ofrecer una panorámica del ámbito con resultados más sólidos y generalizables. Por ejemplo, Martín-Pérez *et al.* (2019) analizan la implementación de la educación STEM en investigaciones publicadas durante el periodo 2013-2018, mostrando múltiples interpretaciones sobre lo que es STEM y subrayando la necesidad de trabajar de forma interdisciplinar.

Thibaut *et al.* (2018) realizan una revisión sistemática, para evaluar críticamente los estudios que describen el aprendizaje y la enseñanza integrada mediante STEM. Así definen un marco para la enseñanza de la educación STEM de forma integrada, con elementos comúnmente trabajados.

Particularizando en la robótica, objeto de este trabajo, Benitti (2012) presenta una revisión sistemática sobre el potencial educativo de la robótica en los centros escolares. Para ello analiza la literatura sobre el uso de programas de robótica, identificando elementos que contribuyen a generar evidencia empírica sobre la efectividad de los programas. Como resultados, se señala que los elementos de interacción generados entre la robótica, currículo y estudiantes actúan a favor de los aprendizajes, siendo su utilización esencial para la comprensión de conceptos establecidos en las áreas STEM. Entre las conclusiones menciona, que ningún documento analizado, considera experiencias de robótica educativa con estudiantes de 11 a 12 años, por tanto, esta investigación pretende cubrir este vacío, centrada específicamente en la Educación Primaria.

Más recientemente, Jung y Won (2018) realizan una revisión sistemática sobre el uso de kits de robótica desde Educación Infantil hasta 5º curso de primaria. Dicho estudio pretende aclarar y concretar el conocimiento, habilidades y actitudes desarrolladas en robótica, mediante la conexión con la enseñanza de la informática, sugiriendo emplear marcos teóricos sociales y culturales, considerando los contextos históricos e institucionales de los estudiantes. Concluyen que la robótica debe incluir la perspectiva de la informática como una forma de equilibrar la teoría y los desafíos prácticos de construir y programar robots. Finalmente, Xia y Zhong (2018) centran su revisión en la enseñanza y aprendizaje mediante el uso de robots en Primaria y Secundaria. Analizan diferentes variables, tales como: conocimientos de robótica, instrumentos de medición, tipo de estudio, robots utilizados, entre otros. Estos autores concluyen que la robótica educativa trae consigo la adquisición de habilidades que mejoran el aprendizaje de los estudiantes mediante la aplicación de la tecnología.

Si bien se reconoce el avance que suponen las aportaciones mencionadas anteriormente, queda pendiente la consideración de la robótica educativa, específicamente en el ámbito de la Educación Primaria y de la educación STEM en las tres bases de datos, quizás, más relevantes que recogen la investigación educativa en un amplio

periodo de tiempo; además se deben considerar nuevos enfoques, como género, que en el ámbito de la enseñanza STEM preocupa cada vez más por la infrarrepresentación en este ámbito de la mujer (Anwar, Bascou, Menekse y Kardgar, 2019).

Esta revisión sistemática sigue las directrices establecidas por la Declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, the PRISMA Group, 2009). De esta forma, es vista como una herramienta metodológica (Sánchez-Meca, 2010) que permite el análisis de los estudios que reporta la literatura, a través de un método sistemático, riguroso y replicable, para dar así respuesta a las preguntas de investigación.

El objetivo de investigación es caracterizar la producción científica sobre robótica educativa en Educación Primaria para la educación STEM. Para dar respuesta a este objetivo general, se han planteado las siguientes preguntas de investigación sobre robótica educativa y Educación Primaria:

- PI-1. ¿Qué indicadores bibliométricos caracterizan la producción científica asociada?
- PI-2. ¿Cuál es la metodología de investigación más utilizada?
- PI-3. ¿Qué áreas STEM se enseñan a través de la robótica educativa y con qué tecnologías?
- PI-4. ¿A qué edades y en qué contexto educativo se está utilizando la robótica educativa?
- PI-5. ¿Cuáles son las principales ventajas y mejoras ofrecidas en los programas?
- PI-6. ¿De qué forma se abordan cuestiones como los contextos sociales o la equidad de género?

De esta forma, tras la correspondiente sección metodológica donde se fija la población de revistas que integra el estudio, los procesos de selección de los documentos y las unidades de análisis o variables, los resultados y discusión se estructuran en tres bloques: a) indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados, b) caracterización de la robótica y las mejoras educativas que propicia, y c) aspectos sobre contexto social y género.

2. Método

Este estudio ha considerado como método la revisión sistemática, siguiendo las directrices establecidas por la Declaración Prisma (Moher *et al.*, 2009) de acuerdo con su diagrama de flujo y lista de verificación, incluyendo los ítems relacionados con el objetivo para este estudio.

2.1. Muestra y procedimiento de selección y extracción de datos

La revisión de la literatura se ha realizado durante los meses de junio a agosto de 2019. Las bases de datos consideradas en este estudio, y que incluyen el ámbito de la investigación educativa, corresponden a bases de datos de producción científica internacional más relevantes:

- Scopus de Elsevier.
- Educational Resource Information Center (ERIC), del Departamento de Educación de Estados Unidos de América.
- Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics.

Las cadenas o ecuaciones de búsqueda que se han utilizado se constituyeron de términos claves para la temática correspondiente al tesoro de la UNESCO; *Mathematics, science, technology, engineering, Primary Education, elementary school, robotic, robot, robots, robotics*. Sin embargo, de acuerdo con las características de búsqueda avanzada de cada una de las bases de datos, y para adecuarlo mejor a los objetivos planteados, las ecuaciones han sido las establecidas en la Tabla 1. De esta forma, la búsqueda inicial proporcionó 463 documentos. En la primera etapa, y de acuerdo con los criterios de inclusión/exclusión en cada ecuación, se filtró por año de publicación (48), arrojando 415 artículos. Posteriormente, se filtró utilizando los criterios de idioma (260), resultando 155 artículos (Figura 1).

De esta forma, la búsqueda inicial proporcionó 463 documentos. En la primera etapa, y de acuerdo con los criterios de inclusión/exclusión en cada ecuación, se filtró por año de publicación (48), arrojando 415 artículos. Posteriormente, se filtró utilizando los criterios de idioma (260), resultando 155 artículos (Figura 1).

Base de datos	Ecuación
Scopus	TITLE-ABS-KEY (steam OR stem) OR TITLE-ABS-KEY (math* OR science* OR technology* OR engineering*) AND TITLE-ABS-KEY ("Primary education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "Elementary education" OR "6th grade" OR "5th grade" OR "4th grade" OR "3th grade" OR "2th grade" OR "1th grade") AND TITLE-ABS-KEY (robot*)
Base de datos	Ecuación
Scopus	TITLE-ABS-KEY (steam OR stem) OR TITLE-ABS-KEY (math* OR science* OR technology* OR engineering*) AND TITLE-ABS-KEY ("Primary education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "Elementary education" OR "6th grade" OR "5th grade" OR "4th grade" OR "3th grade" OR "2th grade" OR "1th grade") AND TITLE-ABS-KEY (robot*)
ERIC	(steam OR stem) AND (mathematic OR science OR technology OR engineering) AND (Primary education OR primary school OR elementary school OR 6the grade OR 5the grade OR 4the grade OR 3the grade OR 2 the grade OR 1the grade) AND (robot*)
WOS	TS=(steam OR stem) AND TS=(mathematic OR science OR technology OR engineering) AND TS= (Primary education OR primary school OR elementary school OR 6th grade OR 5th grade OR 4th grade OR 3th grade OR 2 the grade OR 1the grade) AND TS=(robot*)

Tabla 1. Protocolo de búsqueda

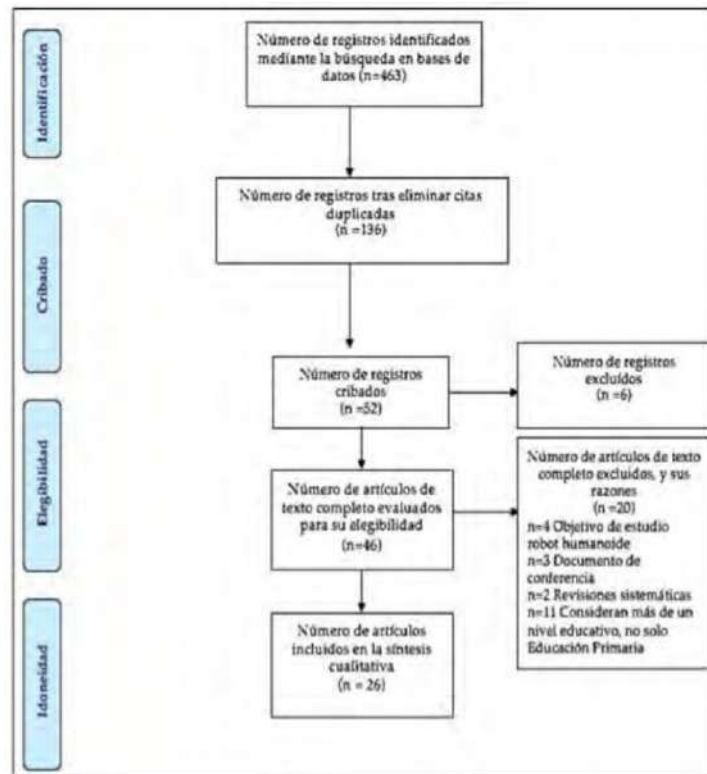
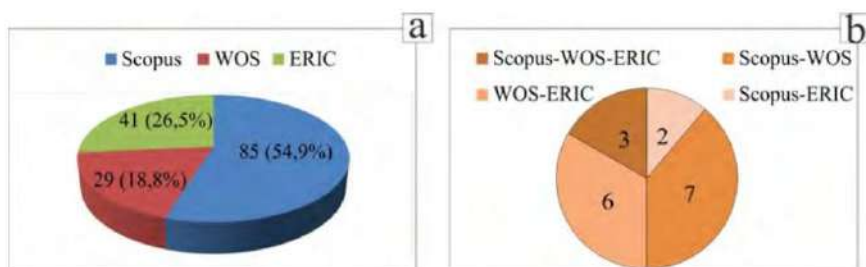


Figura 1. Diagrama de flujo, según Declaración PRISMA.

El conjunto de estos criterios ha sido:

1. Artículos hasta el año 2018 (este año inclusive), ya que, al momento de realizar la presente revisión, el año 2019 aún se encontraba en desarrollo y, por consiguiente, a la espera del cierre de publicaciones.
2. Artículos escritos en inglés (ámbito internacional) o español (ámbito iberoamericano).
3. Artículos en las bases de datos establecidas, excluyéndose los *proceeding papers*, ya que se entiende que estos últimos son documentos que no siempre recogen investigaciones finalizadas.
4. Documentos que incluyan estudios empíricos y/o programas de intervención, propuestas didácticas o innovaciones que utilicen la robótica en Educación Primaria, ya que son elementos esenciales que condicionan la enseñanza-aprendizaje, en una etapa educativa fundamental.
5. Artículos que impliquen el trabajo con robótica educativa desde el enfoque en Educación STEM (al menos debe tratar un área STEM, excluyéndose los trabajos en los que los robots cumplen una función social, al ser este un ámbito muy diferente en fines, metodología, herramientas puestas en juego).
6. Artículos dirigidos exclusivamente estudiantes de Educación Primaria (se excluyen aquellos que trabajos que, aun incluyendo en su población estudiantes de Educación Primaria, también lo hagan con estudiantes de otras etapas educativas ya que se entiende que éstos responden a otros objetivos), y que impliquen un contexto educativo formal, no formal e informal (en todos se pueden generar procesos educativos relevantes).

La Figura 2 presenta la cantidad y porcentaje de artículos de cada base de datos así como los duplicados y triplicados.



Luego de eliminar artículos duplicados y triplicados, los documentos que se someten a la revisión de los autores, según lectura de títulos, resumen, palabras clave y aplicación de los criterios de inclusión/exclusión corresponden a 136. La Figura 1, resume cada una de las etapas seguidas en este proceso, de acuerdo con el diagrama de flujo de cuatro fases de la Declaración Prisma.

Para asegurar la rigurosidad del proceso de selección de los trabajos se ha utilizado una revisión ciega en las diferentes etapas. En primer lugar, se realizó una búsqueda en cada una de las bases de datos. Posteriormente, los autores realizaron de manera independiente, la lectura de títulos, resúmenes y palabras clave. En caso de discrepancias, se definió en conjunto, siguiendo los criterios de inclusión/exclusión para este estudio, llegando a un acuerdo del 100% en la selección de los documentos, por parte de los autores de la investigación (N=26, Anexo 1).

2.3. Unidades de análisis

En la Tabla 2 se presentan las 11 unidades de análisis sus respectivas descripciones y relación con las preguntas de investigación.

Unidades de análisis	Definición
Indicadores bibliométricos (PI-1)	VARIABLES del tipo: país de afiliación y nombre de los primeros autores, sexo de los mismos, años de productividad, citas (Google Scholar), y palabras clave.
Instrumentos de recogida de datos (PI-2)	Diversos tipos de recursos necesarios para que el investigador pueda obtener información del tipo cuantitativa o cualitativa y datos propios del estudio.
Metodología de investigación (PI-2)	Técnicas y métodos con rigor científico, las cuales son trabajadas sistemáticamente, con la finalidad de lograr un resultado validado teóricamente.
Mejoras detectadas (PI-5)	Muestran o describen los documentos que presentan avances y confirman una mejora en la actitud, interés, motivación, conocimiento, adquisición de competencias o destrezas posterior a la intervención de los programas con robótica, asociados a las áreas STEM y el trabajo con robótica.
Áreas STEM trabajadas (PI-3)	Áreas de conocimiento a las que corresponden los contenidos asociados a las actividades desarrolladas en las investigaciones y predominancia de estas.
Edad de los estudiantes (PI-4)	Identifica el rango etario de los estudiantes participantes.
Contextos educativos (PI-5)	Da a conocer el espacio educativo donde se desarrollan las actividades, entendiendo como educación formal los centros que imparten en horario lectivo normal. La Educación extraescolar hace mención a horarios fuera de la educación tradicional a la cual asisten los estudiantes, como talleres extra programáticos o cursos o campamentos en periodos de vacaciones.
Kits de Robots y lenguaje de programación (PI-3)	Diferentes componentes necesarios para construir y programar los robots, incluyendo elementos de hardware y software.
Contextos educativos (PI-4)	Da a conocer el espacio educativo donde se desarrollan las actividades, entendiendo como educación formal los centros que imparten en horario lectivo normal. La Educación extraescolar hace mención a horarios fuera de la educación tradicional a la cual asisten los estudiantes, como talleres extra programáticos o cursos o campamentos en periodos de vacaciones y factores sociales del contexto del estudio como nivel económico, etnias o países de origen de participantes.
Consideraciones de género (PI-6)	Se recogen las alusiones expresas en los artículos a planteamientos e interpretaciones de género.

Tabla 2. Unidades de análisis consideradas en el estudio. (PI: Pregunta de investigación).

3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de los 26 artículos seleccionados quedan recogidos en sucesivas tablas y figuras y en el anexo 2 que particularmente recoge resultados de aplicar unidades de análisis en cada uno de los artículos objeto de la investigación.

3.1. Indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados

La totalidad de los artículos corresponden a producciones en inglés. La Tabla 3 muestra los países de afiliación de los autores, observándose que la mayor cantidad corresponde a Estados Unidos (42,3%), y en menor medida Corea del Sur, Italia y Taiwán.

País	Primer autor	Total (%)
Estados Unidos	Coxon, S., Matson, E., Casey, J., Varney, M., Nemiro, J., Suescun-Florez, E., Karp, T., Phamduy, P., Taylor, M., Jordan M. y Master, A.	11 (42,3%)
Corea del Sur	Kim, J., Park, I., Shim, J. y Kim, S.	4 (15,4%)
Italia	Rosi, A., La Paglia, F., Datteri, E. y Bartolini, B.	4 (15,4%)
Taiwán	Chin, K., Hong, J. y Huang, K.	3 (11,5%)

Australia	Mathers, N.	1 (3,8%)
Alemania	Lehmann, A.	1 (3,8%)
España	Julià, C.	1 (3,8%)
Canadá	Lindsay, S.	1 (3,8%)
Total		26

Tabla 3. País de afiliación del primer autor.

La Tabla 4 presenta el sexo de los autores. Se ha considerado el sexo de todos los autores de cada artículo. Se puede evidenciar que existe la misma cantidad (13) de hombres y mujeres como primer autor. Sin embargo, los hombres concentran la mayor cantidad de autores totales (50), respecto a las mujeres (35). Finalmente, 5 artículos están escritos solo por hombres, 4 por solo mujeres, y 17 formados por equipos de investigación mixtos. Es decir, hay cierto sesgo que implica una menor participación de la mujer en este tipo de investigaciones.

Sexo	Sexo primer autor	Sexo de autores y coautores	Sexo de equipo de investigación
Hombres	13 (50,0%)	50 (58,8%)	5 (19,2%)
Mujeres	13 (50,0%)	35 (41,2%)	4 (15,4%)
Mixto	-	-	17 (65,4%)
Total	26	85	26

Tabla 4. Sexo primer autor y total coautores participantes.

La Figura 3 muestra la evolución temporal de la producción científica analizada y el género de la totalidad de autores. Se aprecia cómo año de inicio de la producción el 2004, aunque no es hasta el año 2010 cuando se evidencia publicación anual de artículos sobre la temática, situándose la mayor producción en los años 2016 y 2017, siendo por tanto, la tendencia de publicación ascendente; también se aprecia que no hay un claro patrón de distribución temporal de la participación de las mujeres, evidenciando que la temática es un área de crecimiento en donde los estudios conformados por equipos mixtos son los más frecuentes.

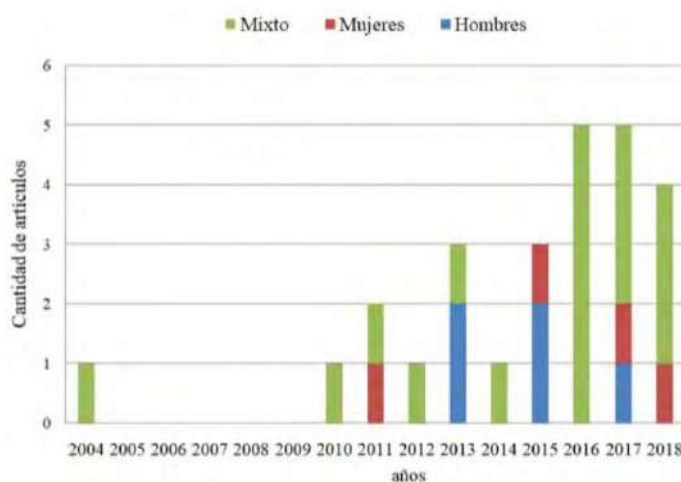


Figura 3. Gráfico de frecuencias de artículos según año de publicación y sexo de autores.

En cuanto al número de citas, la mayoría de los artículos (58,6%) tienen entre 1 y 10 citas, mientras que los restantes presentan un amplio margen (entre 11 y 42 citas). Al establecer la relación entre el número de citas y el sexo de los autores se evidencia que los artículos formados por grupos de investigación mixtos son relativamente más citados (Figura 4). Cabe concluir que hombre y mujeres consiguen un impacto de su producción medida como citas, equivalente.

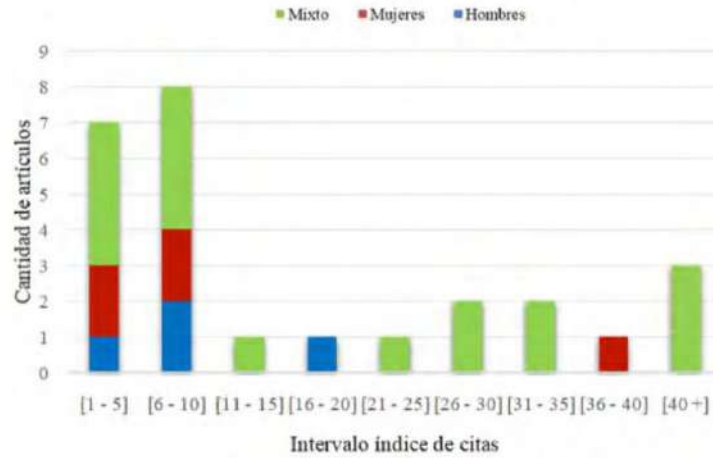


Figura 4. Gráfico de frecuencias de artículos según citas y sexo de autores.

La relación existente entre citas y el país de afiliación del primer autor (Figura 5) pone de manifiesto que Estados Unidos es el país con la mayor cantidad de documentos citados, pudiendo considerarse como referente internacional en el ámbito de la robótica educativa.

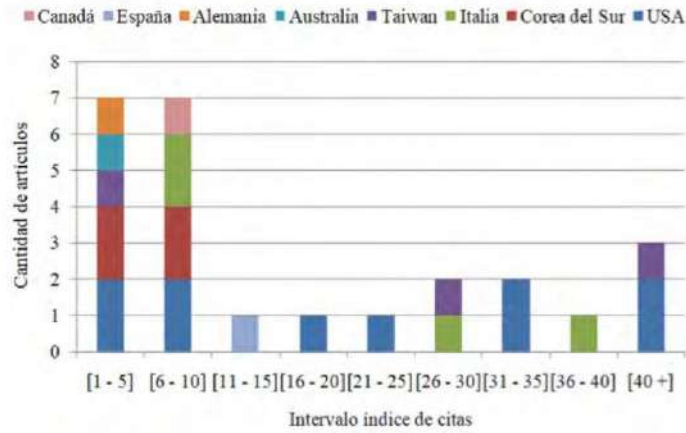


Figura 5. Índice de citas de los artículos según país de afiliación.

El total de palabras clave incluidas en los documentos corresponde a 141 términos, encontrándose las más relevantes en la Figura 6. La palabra con mayor frecuencia ha sido Robotics (8 artículos) a las que sigue STEM

(5), Education, Elementary school (4), Gender, Creativity, LEGO Robotics y Stereotypes (3). Así mismo, 94 términos fueron utilizados como palabras clave, sin repetirse y sin ser parte de nuestra ecuación inicial de búsqueda.

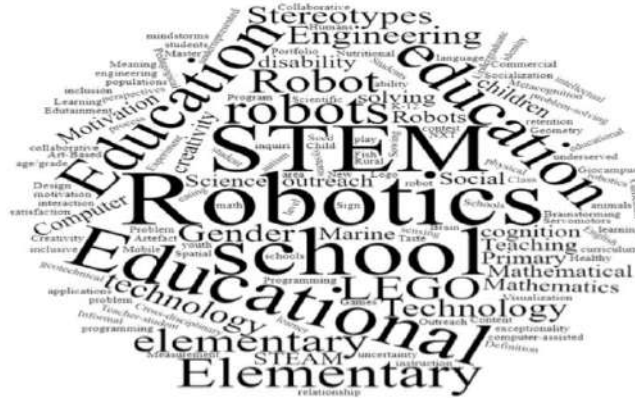


Figura 6. Nube con palabras clave de cada artículo. El tamaño de la misma es proporcional a la frecuencia en la que aparece cada palabra.

Dentro de la metodología de investigación de los artículos analizados (Anexo 2, Figura 7), el tipo mixto es el más frecuente con 8 documentos (30,7%). Las investigaciones que utilizan metodología cualitativa, (7 artículos, 26,9%), representan el segundo diseño metodológico más utilizado. En tercer lugar, están los estudios de tipo cuantitativo (6 trabajos, 23,0%). Finalmente, hay 5 artículos (19,2%) no contemplan una metodología de investigación al tratarse de propuestas didáctica innovadoras. Esto es coherente con el hecho de que los instrumentos de recogida de información son las observaciones (15,3%), diarios de campo (23,1%) y evaluaciones pre y post (38,5%) (Anexo 2). Analizando la metodología utilizada en los artículos y su relación con el índice de citación (Figura 7), aunque no hay patrón definido, observamos que las tres investigaciones con mayor cantidad de citaciones corresponden a una metodología cuantitativa y mixta

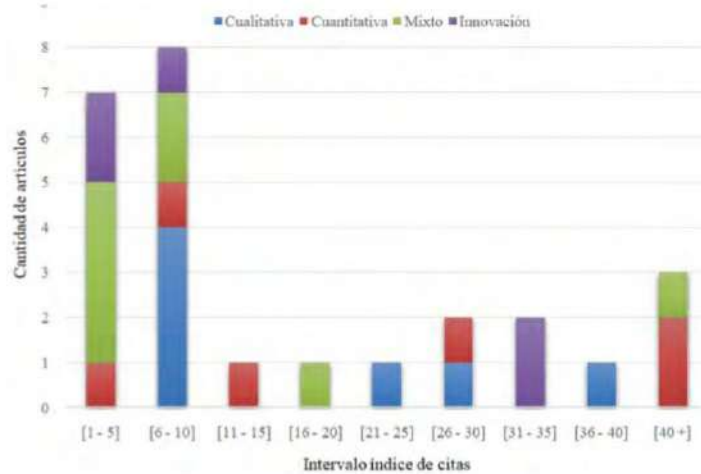


Figura 7. Índice de citas de los artículos según metodología utilizada.

3.2. Caracterización de la robótica y las mejoras educativas que propicia

Para identificar la disciplina STEM trabajada de forma más predominante en los diversos artículos, se presenta la Tabla 5. La tecnología (38,1%) se muestra como el área del conocimiento más trabajada, ya sea entendida por su relación con los componentes de los robots y estructura mecánica, o con la programación de estos. Posteriormente, la matemática (23,8%) es vista como una de las áreas más desarrolladas en las investigaciones analizadas. Probablemente, la mayor proporción de estas dos áreas está relacionada con su transversalidad, además de por el interés per sé que despiertan. En tercer lugar, el área de la ciencia (20,6%) se advierte como una disciplina que implica la indagación, manipulación y desarrollo de experiencias científicas en los estudiantes. Finalmente, la ingeniería (17,5%) es requerida para cumplir el desarrollo de actividades que buscan ejecutar soluciones por medio del ingenio a problemas sin respuesta conocida. Cabe destacar que solo los artículos A5, A19, A21 y A22 (15,4%) expresan claramente el desarrollo integral de todas las áreas STEM en las propuestas de trabajo dirigidas a los estudiantes y llevadas a la práctica con robots. Sin duda, la integración de las disciplinas debería ser el camino que seguir para aprovechar todas las ventajas de aprendizaje y motivación que la perspectiva STEM ofrece (Martín-Pérez *et al.*, 2019).

Disciplinas STEM	Frecuencia (y %)	Artículos (código de referencia)
Ciencia	13 (20,6%)	A26, A25, A22, A21, A19, A18, A16, A15, A13, A9, A5, A2, A1
Tecnología	24 (38,1%)	A26, A25, A24, A23, A22, A21, A20, A19, A18, A17, A16, A14, A12, A11, A10, A9, A8, A7, A6, A5, A4, A3, A2, A1
Ingeniería	11 (17,5%)	A22, A21, A19, A15, A13, A8, A7, A6, A5, A3, A1
Matemática	15 (23,8%)	A24, A22, A21, A19, A18, A17, A15, A14, A11, A10, A7, A5, A4, A3, A2
Total	63	

Tabla 5. Disciplinas STEM trabajadas.

En cuanto al uso de comandos de programación (Anexo 2), mayoritariamente (34,6%) se hace uso de las herramientas propias de Lego (hardware) para organizar los movimientos y estructuras de los robots (A3, A4, A8, A10, A11, A12, A15, A22 y A25). De igual forma, otras investigaciones hacen mención a diferentes formas de programar los robots (software) como: A13 (Get Excited About Robotics software), A14 (Comandos en Beebot), A17 y A24 (Scratch), A18 (Robot Roamer), A20 (teléfonos inteligentes), A21 (iDevice) y A23 (Arduino), ayudando de esta manera a organizar, expresar y compartir ideas que surgen de los aprendizajes obtenidos de la programación de los robot (Sullivan, 2008).

En relación con las principales mejoras detectadas (Figura 8), 23 documentos señalan un progreso en resultados en áreas específicas. Así, 9 (39,1%) investigaciones (A5, A8, A10, A15, A17, A18, A20, A21, A24) dan cuenta de la mejora de actitud(es) en áreas STEM mediante la utilización y manipulación de robots, 8 (34,7%) documentos (A3, A7, A12, A16, A19, A 22, A25, A26) manifiestan un progreso en los rendimientos de áreas STEM a consecuencia de los contenidos curriculares trabajados, y 6 (26,1%) artículos (A1, A4, A6, A9, A13, A23) señalan una mejora de la participación por parte de los estudiantes ya sea, motivación, autoestima, autodeterminación y valoración de su trabajo. Para este análisis, 3 investigaciones no muestran, ni mencionan, una mejora de resultados posterior al análisis, focalizando su objetivo en propuestas de actividades.

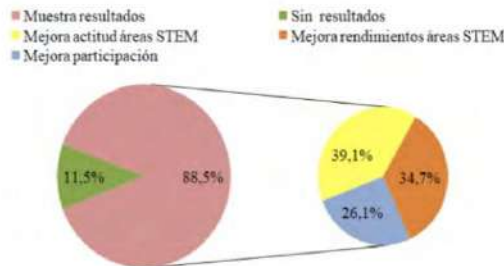


Figura 8. Principales mejoras detectadas.

En relación con el contexto educativo, las actividades extraescolares son las más recurrentes en las propuestas analizadas 16 (65,4%) (Anexo 2) evidenciando que estas actividades no poseen un vínculo directo con los contenidos curriculares trabajados en el aula. En el mismo sentido el rango de edad más frecuente en los programas es 6 a 12 años 5 (19,2%) (Anexo 2), por tanto, se observa una integración en las edades de los participantes.

3.3. Aspectos sobre contexto social y género

Para obtener un resultado más específico y profundizar en la revisión cualitativa de los artículos, se analizan variables que buscan obtener información detallada sobre contextos sociales considerados en las investigaciones y *género de los estudiantes*.

En relación con el contexto social (Figura 9), solo el 30,8% de los artículos hacen alusión al mismo o lo incluyen dentro de sus consideraciones. Así, son cinco (A7, A2, A3, A4, A8) los documentos que mencionan el nivel económico relevante para la ejecución de las investigaciones y tres artículos (A11, A18, A20) identifican el origen étnico de procedencia de los participantes. De esta forma Casey, Egill, Penninton y Mireles (2017) señalan que los estudiantes de contextos desfavorecidos requieren la oportunidad de participar en actividades que involucren robots educativos, codificación y programación de forma igualitaria. Sin duda, sería deseable un mayor foco en este aspecto de las publicaciones científicas, porque se ha señalado que las nuevas tecnologías pueden convertirse en otro elemento más para aumentar o perpetuar la desigualdad social (Zeidler, 2014).



Figura 9. Contexto social de los participantes en las investigaciones.

Al analizar la variable de género, se establece que solo el 23,1% (A2, A4, A6, A9, A20, 26) consideran el género de sus participantes desde una perspectiva de equidad como una variable de estudio o tópico relevante. Se evidencia que en estos rangos de edad no existe una predisposición negativa al trabajo en robótica en STEM según género. Los otros artículos establecen resultados vinculados a la variable género (por ejemplo, cantidad de integrantes, resultados por sexo) no interiorizando en elementos culturales, sociales o familiares que pueden influenciar este tipo de fenómenos de estereotipo al momento de interactuar con las áreas STEM. Cabe señalar que los seis artículos que sí tienen perspectiva de género están realizados mayoritariamente por mujeres (4 de mujeres por 2 de hombres, Figura 10). Así pues, se pone de manifiesto que la participación de más mujeres en la autoría de trabajos, si bien no asegura que se tenga en cuenta esta perspectiva de género, sí que la facilita.



Figura 10. Relación entre perspectiva de género de los artículos y género de investigadores.

4. Conclusiones

Este documento contribuye a generar información específica sobre el trabajo desarrollado en Educación Primaria con robótica educativa como elemento de acción en actividades que buscan despertar diversos conocimientos, habilidades y destrezas STEM.

A continuación, se presentan las conclusiones de este trabajo articuladas en torno a las preguntas de investigación.

PI-1. ¿Qué indicadores bibliométricos caracterizan la producción científica asociada?

Estados Unidos es el país con mayor producción de artículos, así como el que más citas recibe en un contexto de incremento de la producción científica (Figura 3). La cantidad de hombres y mujeres primer autor de cada publicación es la misma, si bien en el cómputo total de autores dominan los hombres lo que implica una cierta inequidad de género.

PI-2. ¿Cuál es la metodología de investigación más utilizada?

La metodología de investigación más utilizada en los artículos analizados es de tipo mixto (Figura 6). Esto es congruente con que la tipología de instrumentos de recogida de información más frecuentes son observaciones, diarios de campo y evaluaciones pre y post (Anexo 2).

PI-3. ¿Qué áreas STEM se enseñan a través de la robótica educativa y con qué tecnologías?

La tecnología y en segundo lugar la matemática son las áreas de conocimiento más trabajadas, lo que relacionamos con su carácter transversal. En tercer y cuarto lugar se sitúan las ciencias y la ingeniería (Tabla 5).

PI-4. ¿A qué edades y en qué contexto educativo se está utilizando la robótica educativa?

Una de las principales observaciones realizadas radica en el gran intervalo de edad en la cual las investigaciones realizan trabajos experimentales entregando un refuerzo de conocimientos entre los estudiantes de más edad hacia los pequeños. De igual forma, las actividades extraescolares se manifiestan como una oportunidad de complemento para la educación formal y el desarrollo de actividades robots.

PI-5. ¿Cuáles son las principales ventajas y mejoras ofrecidas en los programas?

Se ha evidenciado que la robótica en Educación Primaria trabaja diversas habilidades, apoyada en herramientas como: el pensamiento lógico, lenguajes de programación, orientaciones espaciales, respuesta a desafíos ingenieriles y de visualización, las que se relacionan con la adquisición de habilidades académicas STEM, representando una estrategia de cambio en las prácticas educativas (Anexo 2).

PI-6. ¿De qué forma se abordan cuestiones como los contextos sociales o la equidad de género?

Temas relativos a la equidad social o la igualdad de género, dentro de los artículos, solo se abordan de forma explícita de manera minoritaria (Figuras 9 y 10). Así pues, no se profundiza en elementos culturales, sociales familiares o de género de gran influencia en el aprendizaje en las áreas STEM.

Finalmente, los diferentes estudios analizados en esta investigación muestran que el uso de la robótica representa un potencial para la enseñanza de habilidades en áreas curriculares, estableciéndose como una línea investigativa prometedora. Sin embargo, este estudio sugiere que, en los diseños didácticos analizados, se observan resultados que incentivan a la incorporación del robot en el aula, debido a su potencial como herramienta educativa y de enseñanza.

5. Limitaciones

Como toda revisión sistemática, este estudio presenta algunas limitaciones. La primera relacionada con el idioma de los artículos, ya que se han seleccionado solo estudios escritos en inglés y español, aunque al final, de este último tipo no se ha encontrado ningún artículo. Sin embargo, se ha detectado la existencia de numerosos trabajos en idiomas orientales, los que finalmente se han excluido. De la misma manera, a pesar de haber realizado una exhausta revisión de la literatura, se encuentran limitaciones dadas por los términos de búsqueda en cada base de datos. Otra limitación, se relaciona con las mismas bases de datos consultadas, a pesar de haber utilizado bases de datos reconocidas y utilizadas en el ámbito educativo, se debería considerar en estudios futuros, ampliar la búsqueda a otras bases de carácter nacional como internacional (IEEE Xplore, Scielo y Dialnet). Finalmente, se considera para un estudio posterior, establecer una relación entre el panorama de Educación Primaria considerado en este estudio, y lo trabajado en Secundaria.

Referencias

- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). Una revisión sistemática de estudios sobre robótica educativa, *Journal of Pre-College Engineering Research Research (J-PEER)*, 9(2), 19-42. doi:<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*, 9(73), 1-15. doi:<https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Barker, B., & Anson, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243. doi:<https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782481>
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bravo Sánchez, F. A., & Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Educación in the Knowledge Society*, 13(2), 120-136.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM Education? *Science*, 329(5995), 996-996. doi:<https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Casey, E. J., Gill, P., Pennington, L., & Mireles, S. V. (2017). Lines, roamers, and squares: Oh my! using floor robots to enhance Hispanic students' understanding of programming. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1531-1546. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9677-z>
- Comisión Europea (2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea, 4-6-2018, C189-1 – C189-13. Recuperado de <https://bit.ly/2TjdCqw>
- Conde, M. Á., Ribeiro Alves, J. F., Ramos, M. J., Celis Tena, S., Gonçalves, J., Reimann, D., Jormanainen, I., & García-Peñalvo, F. J. (2019). RoboSTEAM - A Challenge Based Learning Approach for integrating STEAM and develop Computational Thinking. In M. Á. Conde-González et al. (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 24-30). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3362789.3362893>
- Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the impact of an autonomous Robotics competition for STEM education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(2), 24-34.
- Denzin, N. K. (2017). Critical Qualitative Inquiry. *Qualitative Inquiry*, 23(1), 8-16. doi:<https://doi.org/10.1177/1077800416681864>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la competencia científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. doi:<https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Gonçalves, J., Lima, J., Brito, T., Brancalhão, L., Camargo, C., Oliveira, V., & Conde, M. Á. (2019). Educational Robotics Summer Camp at IPB: A Challenge based learning case study. In M. Á. Conde-González et al. (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 36-43). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3362789.3362910>
- Jung, S., & Won, E. (2018b). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. doi:<https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kim, S., & Chulhyun, L. (2016). Lee Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52-70. doi:<https://doi.org/10.3991/ijep.v4i3.3665>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., et al. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Med*, 6(7). e1000100. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Martín-Pérez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, J., & Vilchez-González, J. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. doi:<https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367-382. doi:<https://doi.org/10.1007/s10514-008-9101-z>
- Moher, D., & Liberati, A. (2009). Revisiones sistemáticas y meta-análisis: La responsabilidad de los autores, revisores, editores y patrocinadores. *Medicina Clínica*, 135(11), 505-506. doi:<https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.02.016>
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38(2), 53-64.

- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394. doi:<https://doi.org/10.1002/tea.20238>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., . . . Depaep, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. doi:<https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. doi:<https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Taylor, M. S., Vasquez, E., & Donehower, C. (2017). Computer Programming with Early Elementary Students with Down Syndrome. *Journal of Special Education Technology*, 32(3), 149-159. doi:<https://doi.org/10.1177/0162643417704439>
- Williams, D., M., Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216. doi:<https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505>
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127(2), 267-282. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Zeidler, D. (2014). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A socio-cultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26. doi:<https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

ANEXO I: Referencias bibliográficas de los artículos seleccionados

- Bartolini-Bussi, G., & Baccaglioni-Frank, A. (2014). Geometry in early years: sowing seeds for a mathematical definition of squares and rectangles. *ZDM Mathematics Education*, 47(3), 391–405. doi:https://doi.org/10.1007/s11858-014-0636-5
- Casey, J., Gill, P., Pennington, L., & Mireles, S. (2017). Lines, roamers, and squares: Oh my! floor robots to enhance Hispanic students' understanding of programming. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1531–1546. doi:https://doi.org/10.1007/s10639-017-9677-z
- Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of Using an Educational Robot-Based Learning System on Students' Motivation in Elementary Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 333–345. doi:https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2346756
- Coxon, V., Dohrman, R. L., & Nadler, R. (2018). Children Using Robotics for Engineering, Science, Technology, and Math (CREST-M): *The Development and Evaluation of an Engaging Math Curriculum*. *Roeper Review*, 40(2), 86–96. doi:https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434711
- Datteri, E., & Zecca, L. (2016). The Game of Science: An Experiment in Synthetic Roboethology with Primary School Children. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 24–29. doi:https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2533038
- Hong, J. C., Yu, K.-C., & Chen, M. Y. (2010). Collaborative learning in technological project design. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 335–347. doi:https://doi.org/10.1007/s10798-010-9123-7
- Huang, K., Yang, T., & Cheng, C. (2013). Engineering to See and Move: Teaching Computer Programming with Flowcharts vs. LEGO Robots. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 8(4), 23–26. doi:https://doi.org/10.3991/ijet.v8i4.2943
- Jordan, E., & Babrow, S. (2013). Communication in Creative Collaborations: The Challenges of Uncertainty and Desire Related to Task, Identity, and Relational Goals. *Communication Education*, 62(2), 210–232. doi:https://doi.org/10.1080/03634523.2013.769612
- Julia, C., & Antolí, Ó. (2015). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 185–203. doi:https://doi.org/10.1007/s10798-015-9307-2
- Karp, T., Gale, R., Lowe, L. A., Medina, V., & Beutlich, E. (2010). Generation NXT: Building Young Engineers with LEGOs. *IEEE Transactions on Education*, 53(1), 80–87. doi:https://doi.org/10.1109/TE.2009.2024410
- Kim, J. O., & Kim, J. (2018). Development and Application of Art Based STEAM Education Program Using Educational Robot. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 10(3), 46–57. doi:https://doi.org/10.4018/IJMBL.2018070105
- Kim, S., & Chulhyun, L. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52–70. doi:https://doi.org/10.3991/ijep.v4i3.3665
- La Paglia, F., Francomano, M. M., Riva, G., & La Barbera, D. (2018). Educational robotics to develop executive functions visual spatial abilities, planning and problem solving. *Annual Review of Cyber Therapy and Telemedicine*, 16(2), 80–86.
- Lehmann, A., & Pittroff, L. (2016). The brain robot "Herr Tie": discovering basic principles of brain function at primary school. *Advances in Physiology Education*, 40(3), 418–421. doi:https://doi.org/10.1152/advan.00173.2015
- Lindsay, S., & Hounsell, G. (2016). Adapting a robotics program to enhance participation and interest in STEM among children with disabilities: a pilot study. *Disability and Rehabilitation Assistive Technology*, 12(7), 694–704. doi:https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1229047
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., & Meltzoff, N. (2017). Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*, 160(2), 92–106. doi:https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013
- Mathers, N., Pakakis, M., & Christie, I. (2011). Mars mission program for primary students: Building student and teacher skills in science, technology, engineering and mathematics. *Acta Astronautica*, 69(7-8), 722–729. doi:https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013
- Matson, E., DeLoach, S., & Pauly, R. (2004). Building Interest in Math and Science for Rural and Underserved Elementary School Children Using Robots. *Journal of STEM Education*, 5(3), 35–46.
- Nemiro, J., Larriva, C., & Jawaharlal, M. (2015). Developing Creative Behavior in Elementary School Students with Robotics. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70–90. doi:https://doi.org/10.1002/jocb.87

- Park, I., Kim, D., Oh, J., Jang, Y., & Lim, K. (2015). Learning Effects of Pedagogical Robots with Programming in Elementary School Environments in Korea. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(26), 1-5. doi:<https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i26/80723>
- Phamduy, P., Le Grand, R., & Porfiri, M. (2015). Robotic Fish: Design and Characterization of an Interactive iDevice-Controlled Robotic Fish for Informal Science Education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 22(1), 86-96. doi:<https://doi.org/10.1109/MRA.2014.2381367>
- Rosi, A., Dall'Asta, M., Brighenti, F., Del Rio, D., Volta, E., Baroni, I., ... Scazzina, F. (2016). The use of new technologies for nutritional education in primary schools: a pilot study. *Public Health*, 140(2), 50-55. doi:<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.08.021>
- Shim, J., Kwon, D., & Lee, W. (2017). The Effects of a Robot Game Environment on Computer Programming Education for Elementary School Students. *IEEE Transactions on Education*, 60(2), 164-172. doi:<https://doi.org/10.1109/TE.2016.2622227>
- Suescun-Florez, E., Iskander, M., Kapila, V., & Cain, R. (2013). Geotechnical engineering in US elementary schools. *European Journal of Engineering Education*, 38(3), 300-315. doi:<https://doi.org/10.1080/03043797.2013.800019>
- Taylor, M. S., Vasquez, E., & Donehower, C. (2017). Computer Programming with early elementary students with Down Syndrome. *Journal of Special Education Technology*, 32(3), 149-159. doi:<https://doi.org/10.1177/0162643417704439>
- Varney, W., Janoudi, A., Aslam, M., & Graham, D. (2012). Building Young Engineers: TASEM for Third Graders in Woodcreek Magnet Elementary School. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 78-82. doi:<https://doi.org/10.1109/TE.2011.2131143>

Anexo 2. Aspectos generales de los artículos seleccionados

Código referencia	Primer autor	Edad estudiantes	Metodología de investigación	Áreas STEM trabajadas	Contexto educativo	Kits de Robots y lenguaje de programación	Instrumentos de recogida de información
A1	Lindsay, S.	6 a 13 años	Mixto	Ciencia, tecnología e ingeniería.	Extraescolar	Robots Lego Mindstorms, WeDo lego.	Cuestionario virtual Entrevistas Grabaciones de audio
A2	Matson, E.	No menciona	Propuesta didáctica	Ciencia, matemática, tecnología	Educación formal	Robot AmigoBot	Libro de trabajo Participación en experimentos
A3	Varney, M.	8-9 años	Propuesta pedagógica	Matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	Robot LEGO Mindstorms (kts)	Encuesta satisfacción
A4	Coxon, S. V.	9-11 años	Mixto	Matemática y tecnología	Extraescolar	Robot LEGO WeDo	Pre y post test
A5	Hong, J.-C.	12-13 años	Cualitativo	Ciencia, tecnología, ingeniería y matemática	Extraescolar	Robot rats'	Portafolio (bitácora) Concurso Powertech
A6	Jordan, M.	10-11 años	Cualitativo	Tecnología e ingeniería	Extraescolar	No se especifica	No se menciona
A7	Taylor, M.	No menciona	Cualitativo	Tecnología, ingeniería y matemática	Extraescolar	Dash robot Aplicación "Blockly."	Lista de verificación Codificación del robot Encuesta satisfacción
A8	Nemiro, J.	9-12 años	Cualitativo	Tecnología e ingeniería	Extraescolar	Robot Lego Mindstorms	Diarios de campo Reportes de estudiantes Lista de categorías, análisis diarios robóticos. Competencia final
A9	Kim, J.	9-12 años	Propuesta didáctica	Ciencia y tecnología	Educación formal	Robot Zvheel base, software draw	Encuestas de satisfacción Evaluación matemática y ciencia
A10	La Faglia, F.	10 años	Cuantitativa	Matemática y tecnología	Extraescolar	LEGO Mindstorms	Pre y post test
A11	Kim, S.	11-12 años	Mixto	Tecnología y matemática	Extraescolar	LEGO Robot	Prueba de rendimiento en el dominio cognitivo Pre y post test Prueba de autoevaluación para el dominio afectivo
A12	Huang, K.	10-12 años	Mixto	Tecnología	Extraescolar	LEGO Robots	Cuestionario de actitud Prueba de rendimiento. Registros de trabajo y entrevistas)
A13	Karp, T.	6-12 años	Cuantitativo	Ciencia e ingeniería	Extraescolar	Kit LEGO Mindstorms NXT Programa Get Excited About Robotics	Cuestionario final (actitud hacia las ciencias)
A14	Bartolini-Busil, M.	6-7 años	Cualitativo	Matemática y tecnología	Educación formal	Bee-bots	No se menciona
A15	Suescun-Florez, E.	7-10 años	Mixto	Ciencia, ingeniería y matemática	Educación formal	LEGO Mindstorms NXT. Impresoras 3D	Pre y post test. Registro de actividades Observación directa
A16	Chin, K.-Y.	7-8 años	Mixto	Ciencia y Tecnología.	Educación formal	Robotis Bioloid Kit	Pre y post test Cuestionario de satisfacción
A17	Park, I.	8-9 años	Mixto	Tecnología y matemática	Educación formal	Robot mobile set 93292 Mit Media Lab	Pre y post test La prueba de creatividad Cuestionario de satisfacción
A18	Casey, E. J.	9-11 años	Mixto	Matemática, tecnología y ciencia	Extraescolar	Robot Roamer®	Pre y post test (encuestas) Evaluación programación Notas de campo
A19	Mathers, N.	6-12 años	Propuesta didáctica	Ciencia, matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	No menciona (the mission control software for all VSSEI)	No se menciona
A20	Mester, A.	6-12 años	Cuantitativo	Tecnología	Extraescolar	Mascot robot (Smartphone)	Pruebas de laboratorio
A21	Phamdry, P.	6-12 años	Cuantitativo	Ciencia, matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	Pez robot biomimético (Arduino)	Encuesta de satisfacción

Código referencia	Primer autor	Edad estudiantes	Metodología de investigación	Áreas STEM trabajadas	Contexto educativo	Kits de Robots y lenguaje de programación	Instrumentos de recogida de información
A22	Juliá, C.	12 años	Cuantitativo	Ciencia, matemática, Ingeniería y tecnología	Extraescolar	Robot Pro Light	Pre y post test
A23	Lehmann, A.	8-11 años	Cualitativo	Tecnología	Educación formal	Robot Arduino "Herr Tie"	Encuestas a estudiantes Entrevistas profesores
A24	Shim, J.	10-12 años	Cuantitativo	Tecnología y matemática.	Extraescolar	Robot Bricks (Scratch)	Pre y post test Encuesta de satisfacción
A25	Datteri, E.	7-8 años	Cualitativo	Ciencia y tecnología	Educación formal	LEGO Mindstorms	No se menciona
A26	Rosí, A.	8-10 años	Cuantitativo	Ciencia y tecnología	Educación formal	Robot NAO	Pre y post test (cuestionario)

2.4. Comentarios finales

De cierta forma, las investigaciones que comprenden el capítulo 1, evidencian de forma clara como las actividades con orientación STEM en ambientes educativos, resultan facilitadores de oportunidades para desarrollar el máximo potencial de la robótica educativa. Conjuntamente con ello, vemos cómo las desigualdades relacionadas con el género cada día tienden a suavizarse, en lo que se refiere a la incorporación de investigadoras en la autoría de los trabajos. De igual forma resulta importante destacar el papel que juega los Estados Unidos de América como uno de los líderes en esta temática de robótica educativa aplicada a la educación STEM a nivel de investigación académica y universitaria, quienes marcan las pautas de trabajo y delimitan los espacios por donde se necesitan generar estrategias que aporten a estimular las actitudes científico-tecnológicas, matemáticas o ingenieriles. Otro punto importante es lo analizado en el artículo 2, en el cual la metodología de investigación cuantitativa prepondera en este tipo de trabajos, siendo los diseños pres y post test los más utilizados para obtener conclusiones. A su vez se comprueba que la robótica poco a poco gana su espacio en el aula tradicional y en el horario formal de estudio. No obstante, y de momento, las propuestas recogidas en las publicaciones corresponden a actividades que son en su mayoría fuera del horario escolar y por tanto, voluntarias.

Finalmente, las investigaciones compiladas en este capítulo nos conducen a tener una panorámica de las investigaciones actuales y el campo o área de estudio que nos ofrece un potencial para profundizar en nuestra temática a trabajar: la robótica educativa es entendida como un medio para generar un aprendizaje en un entorno STEM, acompañado de la guía y manipulación de elementos de programación para interactuar y evidenciar los aprendizajes generados, siendo estos un desafío para aprender en su constante día a día. Podemos encontrar afirmaciones similares entre diversos autores (e.g. Marrero, 2019; Ruiz-Vicente, 2017) Así, la robótica educativa es utilizada como un recurso didáctico integrado en diversos métodos de enseñanza-aprendizaje, siendo los trabajos analizados una guía, una base teórica para lo trabajado en los siguientes capítulos de esta tesis.

Capítulo 3. Análisis de libros de texto

3.1. Presentación Artículos 3 y 4

Teniendo en cuenta la preocupación constante de los docentes en la calidad de los libros de textos y su importancia en el trabajo con los estudiantes, el artículo N.º 3 presenta un modelo seguido para analizar las actividades en textos escolares de educación primaria en España y Chile (1º a 6º de primaria). En dicho análisis destaca la caracterización de la integración según el modelo propuesto de Análisis de Currículos Integrados de Gresnigt et al. (2014), el cual nos señala el grado de profundización e interrelación entre las áreas de trabajo STEM que se ofrecen a los estudiantes. El artículo N.º4 también se centra en el análisis de actividades STEM en textos escolares españoles y chilenos, en este caso en unos cursos que en Chile siguen perteneciendo a la Educación Primaria, pero en España corresponden a los dos primeros de la Educación Secundaria. Por otra parte, se analizan las actividades según el modelo de cinco fases propuestas por el Modelo Interdisciplinar de Educación STEM de Toma y Greca (2017), estableciéndose 13 indicadores. El texto escolar lo entendemos como expresión del currículo escolar y una instancia para generar aprendizajes de forma transversal, ya sea entendida como la relación docente-estudiante, familiares- estudiantes y estudiantes-estudiantes. Como lo hace notar dicho artículo, la existencia de actividades que promuevan este enfoque, genera clases interdisciplinarias fundamental al momento de contextualizar los desafíos presentados luego de analizar unidades de contenidos tan diversas y que carecen en contextualización próxima a la realidad de los estudiantes. Por tanto, la relación entre nuestras dos investigaciones nos lleva a la necesidad de incentivar en el aula el trabajo en actividades STEM que busquen el trabajo científico con materiales ya existentes y apoyados en las actividades presentes con un enfoque STEM

3.2. Artículo 3 Integración de las actividades STEM en libros de texto.



Páginas: 91-107
Recibido: 2019-04-23
Revisado: 2020-12-11
Aceptado: 2021-01-11
Preprint: 2021-01-15
Publicación Final: 2021-01-31



www.revistascientificas.us.es/index.php/fuentes/index

DOI: <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.8878>

Integración de las actividades STEM en libros de texto

Integration of STEM activities in textbooks

  **Cristian Andres Ferrada Ferrada**
Universidad de Granada (España)

  **Daniilo Antonio Díaz-Levicoy**
Universidad Católica del Maule (Chile)

  **Francisco Javier Carrillo Rosúa**
Universidad de Granada (España)

Resumen

La perspectiva educativa STEM está en auge y es coherente con el enfoque competencial que incorporan las legislaciones educativas. El objetivo de este trabajo es analizar en qué medida los libros de texto de Ciencias de Educación Primaria en España y Chile se alinean con esta perspectiva STEM. Siguiendo una metodología de análisis de contenido, en los 12 textos de amplia difusión analizados se identificaron unas 462 actividades, siendo 164 (menos del 50%) las que trabajan alguna área STEM. Dichas actividades se clasificaron según el modelo de análisis de currículos integrados, que plantea seis maneras de abordar la integración de una actividad de este tipo, observando que el enfoque conectado, muestra una mayor relevancia en los libros de texto españoles (50%) y chilenos (46%). Posteriormente, se clasificaron según una adaptación del enfoque de perspectivas de Educación Ambiental. Dentro de los 5 enfoques existentes, el experiencial (60) y el práxico (50) son los que logran concentrar la mayor cantidad de actividades. Los hallazgos dan cuenta de la necesidad de incrementar la relación entre las diversas disciplinas para lograr un verdadero enfoque STEM integrado.

Abstract

The STEM educational perspective is rising and it is consistent with the competence approach incorporated in educational law. The aim of this work is to analyze to what extent the Primary Education Sciences textbooks in Spain and Chile are aligned with this STEM perspective. Following a content analysis methodology, in the 12 widely disseminated analyzed textbooks, 462 activities were identified. Among them, 164 (less than 50%) are related with, at least, one STEM area. These activities were classified according to the integrated curriculum analysis model, which proposes six ways to approach the integration of an activity. The "linked approach" shows a greater relevance in Spanish (50%) and Chilean textbooks (46%). In addition, the activities were classified according to an adaptation of the environmental education perspective approach. Among 5 existing approaches, the "experiential" (60) and the "praxique" (50) are the most prevalent approaches. The findings reveal the need to increase the relationship among disciplines to achieve a truly integrated STEM approach.

Palabras clave / Keywords

Enfoques de integración, Enfoque de perspectivas, Educación STEM, Libros de texto, Actividades, Educación Primaria. Integration approaches, Perspective approach, STEM education, Textbooks, Activities, Primary education.



1. Introducción

La educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) se entiende como la conceptualización de todas las disciplinas que conforma su acrónimo en inglés, con el propósito de desarrollar un trabajo cohesionado, donde el aprendizaje es integrado, mediante diversas propuestas para enfrentar problemas del mundo real (Sanders, 2009).

La preocupación por la educación STEM, especialmente en el último tiempo, ha provocado el aumento de estudios sobre esta temática en diferentes niveles educativos, y también en su relación con el género (Rossi y Barajas, 2015). Sin embargo, en los primeros años de enseñanza obligatoria son más escasos (Ortiz-Revilla, Greca y Adúriz-Bravo, 2018). Pese a estar comprobado que fomentar el trabajo bajo experiencias científicas de orden práctico y manipulativo con estudiantes de Educación Primaria afecta positivamente sus apreciaciones y disposición en disciplinas STEM. Además, favorece la creatividad, imaginación y el trabajo en equipo (Bybee y Fuchs, 2006).

Este enfoque educativo permite la formación de aprendizajes en áreas de ciencia, ingeniería, tecnología y matemática, las que deben aumentar sus experiencias de enseñanza desde los primeros años de educación, abordando los conocimientos mediante variadas experiencias (National Research Council [NRC], 2012, 2014). Sheehan, Hightower, Lauricella y Wartella (2018) señalan que el trabajo de los estudiantes a temprana edad, con actividades STEM, aumenta el interés por estas disciplinas, desarrollando diversas habilidades que facilitarían las elecciones de futuras carreras en el área científica y matemática. Tsupros, Kohler y Hallinen (2009) manifiestan que la educación STEM debe concebirse desde el punto de vista interdisciplinar para la generación de aprendizajes, motivación e interés, facilitando la enseñanza en contextos próximos.

En esta misma línea, Quigley y Herro (2018) reconocen que uno de los principales objetivos del trabajo de la Educación STEM es entregar herramientas a los estudiantes, las que ayudarán a superar dificultades, mediante la innovación, el trabajo colaborativo y la creatividad. DeJarnette (2018) plantea que este tipo de actividades proporcionan a los estudiantes un entorno natural para la colaboración, cooperación y desarrollo de la comunicación, siendo capaces de generar oportunidades para la aplicación de estrategias, en un diseño de ingeniería simplista en un ambiente educativo.

Thibaut et al. (2018) afirman que existe un escaso número de estudiantes en áreas STEM, motivando a aumentar su interés. Por tanto, resulta fundamental promover el desarrollo de la ciencia, considerando que el desinterés dificulta el acceso a carreras STEM (Convert, 2005; Sanders, 2009). La alfabetización de los estudiantes con estas disciplinas contribuye a desarrollar habilidades, con las cuales se enfrentará con mayores posibilidad de éxito a una sociedad que avanza rápido tecnológicamente (Bybee, 2013), logrando desenvolverse en los nuevos escenarios.

Actualmente, los currículos escolares siguen fragmentado las distintas disciplinas relacionados con la matemática, ciencia y tecnología. Dicha separación dificulta la implementación efectiva de la Educación STEM, si bien el uso de metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Proyectos, de fuerte carácter interdisciplinar, podría facilitarlo (Domènech-Casal, 2018). Particularmente, en el caso de España, El Ministerio de Educación Cultura y Deporte (MECD, 2014) plantea un currículo en base a competencias educativas, de forma tal de integrar los contenidos trabajados en las áreas del conocimiento. Así, encontramos que STEM se presenta como una forma de interpretar este desafío, ya que para el desarrollo de una competencia de este tipo, se precisa de un trabajo relacionado entre las competencias de ciencia, matemática y tecnología de forma transversal. A su vez, el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC 2009, 2012) impulsa el trabajo en áreas del conocimiento que desarrollen la interacción con aplicaciones tecnológicas, despertando habilidades de investigación científica. De igual manera, en las Bases Curriculares (MINEDUC, 2012) se establece la necesidad de generar instancias de interdisciplinariedad entre asignaturas, es decir, vemos como las asignaturas de tecnología, matemática y ciencia pueden ser trabajadas de manera intencionada, siendo esta una de las características esenciales de la Educación STEM.

Así pues, en este artículo, nos centraremos en el análisis del grado de integración STEM que presentan las actividades propuestas en los libros de texto chilenos y españoles de Educación Primaria. Y es que, aunque el movimiento STEM toma especial relevancia en la Educación Secundaria (Fuentes y González, 2017), la etapa de Educación Primaria no deja de ser crucial, ya que, por ejemplo la perspectiva STEM, que corresponde con una corriente internacional, también está siendo incorporando a la legislación educativa a la que los libros de texto tienen que dar respuesta. Así, en el caso español, donde desde la implementación de la Ley Orgánica de Educación (MEC, 2006), el currículo tiene una marcada orientación competencial, incluyendo las pruebas de evaluación externa (Díaz-Levicoy et al., 2017), nos encontramos actualmente con

una competencia que se alinea perfectamente con la perspectiva STEM: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (MECD, 2015). Así, según MECD

En una sociedad donde el impacto de las matemáticas, las ciencias y las tecnologías es determinante, la consecución y sostenibilidad del bienestar social exige conductas y toma de decisiones personales estrechamente vinculadas a la capacidad crítica y visión razonada y razonable de las personas. A ello contribuyen la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

MECD (2015, p. 6993)

En Chile, las directrices curriculares de Educación Primaria (MINEDUC, 2012) señalan el marco general y los objetivos de aprendizaje estableciendo que la ciencia, tecnología y matemática han adquirido una relevante importancia para la formación de los estudiantes, resultando primordial establecer conexiones entre estas áreas, desde espacios reales, donde se pueda apreciar una aplicación significativa de lo aprendido e incentivar la interdisciplinariedad.

2. Importancia de los libros de texto

Entre los diversos materiales de trabajo presentes en el proceso educativo, destacan los libros de texto porque influye en los diferentes niveles de formación. Entre algunas de sus funciones se destacan: 1) el apoyo al profesor sobre la organización del proceso de instrucción, ya que presentan temas organizados, sugiriendo ejemplos, ejercicios, evaluaciones, etc.; 2) para los estudiantes es un apoyo al que pueden acceder en cualquier momento; 3) a las familias les permite seguir el proceso de enseñanza (Díaz-Levicoy et al., 2017). De modo similar, Torres y Moreno (2008) destacan que el libro de texto es una forma de comunicar conocimientos de una disciplina específica. En esta línea, Font y Godino (2006) mencionan que este recurso simboliza, en sí, una fuente concreta de saberes, en el cual se agrupan variadas experiencias, ejemplos prácticos de trabajo.

Son y Diletti (2017) destacan el potencial del libro de texto para el desarrollo de aprendizajes. Sin embargo, resaltan la importancia de la interacción entre los estudiantes y profesores, siendo necesario que estos últimos, conozcan los diversos beneficios que trae para la enseñanza el trabajo continuo. Por su parte, Danisova (2007) afirma que los libros de texto representan una orientación curricular para el trabajo del profesor, entregan estrategias metodológicas, estructuras para el desarrollo académico del estudiante y propuestas evaluativas de los contenidos. Así mismo, Fadzil y Saat (2014) enfatizan su utilidad de las actividades que se proporcionan en los libros de texto, a través de los cuales es posible interactuar e indagar en ejemplos prácticos y potenciar las habilidades científicas; lo que sin lugar a duda mantiene al libro de texto como el recurso didáctico mayormente utilizado (Perales, 2006).

A través del estudio de Cornejo (2006) es posible ver la evolución de los libros de texto de ciencia, reflejado en el cambio de la forma de trabajo y la búsqueda de un rol activo de los estudiantes. De igual forma, Pérez (2018) desarrolla una búsqueda histórica, donde determina las metodologías trabajadas en la enseñanza de las ciencias y la evolución a la actual educación STEM.

Diez y Rojo (2018) consideran estos enfoques en la planificación de una propuesta de intervención, la cual busca que los estudiantes trabajen pasos tales como: analizar fenómenos científicos, investigar sobre consecuencias y beneficios de las interacciones, manipular o experimentar diferentes compuestos, entre otros.

3. Áreas STEM

El aprendizaje de la educación STEM, desde un punto de vista interdisciplinar, exige que los estudiantes comprendan la importancia de su aprendizaje, su relación con la matemática, ciencia, tecnología y otras áreas académicas. El desarrollo de un aprendizaje focalizado en fenómenos científicos, entrega al estudiante una visión integral de los problemas en general, considerando elementos de:

Ciencia. El desarrollo de las ciencias busca potenciar diversas competencias del área desde los primeros años de educación, mediante la investigación y experimentación, en áreas de la naturaleza, biología, química, reacciones físicas y el universo astronómico, las cuales les permitan comprender, manipular y disfrutar de la disciplina. En este sentido, las actividades de ciencias deben buscar desarrollar un pensamiento crítico, por medio de la resolución de problemas (DeJarnette, 2018).

Tecnología. La educación STEM busca que los estudiantes comprendan cómo la sociedad se nutre del mundo artificial y tecnológico, para dar soluciones a los desafíos actuales. La educación STEM busca la alfabetización tecnológica para comprender fenómenos y su posterior aplicación de los variados productos generados.

Ingeniería. Esta disciplina es vista como la oportunidad de presentar soluciones basadas en el ingenio, en un ambiente de resolución de problemas o desafíos académicos, el cual involucra el diseño, la creación de productos, el trabajo sistemático de procesos, considerando diversas concepciones de la naturaleza y las ciencias. La ingeniería se nutre de elementos de matemática y ciencias, así como herramientas de la tecnología (NRC, 2009). Fomentar la ingeniería, a través de un trabajo en educación STEM, dotará a los estudiantes de habilidades específicas y funcionales, mediante las cuales generarán diseños para resolver los desafíos.

Matemática. La educación STEM busca incorporar en las actividades diversos conceptos trabajados en ámbitos de números, álgebra, estadística, geometría o aritmética. Esta disciplina posee un papel prioritario en el trabajo e interpretación científica, validez de resultados y aplicaciones tecnológicas. Dentro de PISA se define competencia matemática como la capacidad para identificar, comprender e implicarse en las matemáticas y aplicarlo a contextos próximos a los estudiantes (OCDE, 2006).

De esta forma y como plantea English y King (2015), al analizar de forma conjunta, logramos identificar el enfoque STEM de manera integrada, ya que la Ciencia es vista como una forma de conocimiento transversal que busca comprender el mundo que nos rodea. La Tecnología como una forma de adaptación y un medio que necesariamente considera los impactos sociales. Ingeniería como una forma de diseñar soluciones para responder a problemas reales y las Matemáticas como una manera de expresar una comprensión/análisis del mundo y los problemas auténticos a través de los números. Como se ha mencionado anteriormente, la legislación avala un tratamiento conjunto integrado de estos saberes desde una perspectiva competencial (MECD, 2015).

4. Modelo de análisis de currículos integrados, el enfoque de perspectivas en educación ambiental y objetivo de la investigación

Pero, ¿cómo analizar la perspectiva STEM en libros de texto de Educación Primaria? En este sentido, aunque la literatura en análisis de libros de texto en el ámbito científico es extensa (e.g. Aguilera y Perales, 2018; Laya y Martínez, 2019; Perales, 2006), al igual que lo es en todo lo relativo a propuestas STEM (Domènech- Casal, 2018; Martín-Páez et al., 2019b; Quigley y Herro, 2016; Sheehan et al., 2018; Thibaut et al., 2018), hay lagunas en el análisis de la perspectiva STEM en los libros de texto del ámbito científico. Una de las razones es la ausencia de modelos adaptados adecuados. En este trabajo, tras la revisión de la literatura realizada se aprecia la potencialidad del modelo de análisis de currículos integrados (Gresnigt et al., 2014) y del enfoque de perspectivas en educación ambiental (Sauvé, 2006).

Gresnigt et al. (2014) proponen un modelo de enfoques de análisis de currículos integrados, describiendo elementos que caracterizan el grado de integración de áreas STEM de una actividad. Estos corresponden a diferentes niveles (aislado o fragmentada; conectada, anidadas, multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar) y, que en este trabajo, los consideramos para categorizar los ejercicios propuestos en los libros de texto, destacando la interacción entre las áreas de estudio para lograr el objetivo final de la actividad. Por otra parte Sauvé (2006) plantea el enfoque de perspectiva en educación ambiental, que observa los diferentes matices que deben integrarse para el desarrollo de actividades en consonancia con la reutilización de materiales y la inserción que estos presentan en el aprendizaje (Sauvé, 2000). En nuestro caso, adaptamos estos niveles (enfoque experiencial, crítico, práctico, interdisciplinario, participativo y colaborativo), para buscar comprender de qué forma las actividades STEM se adaptan en una perspectiva crítica y amigable con la sociedad.

Así, pues en este trabajo se pretende analizar en qué medida los libros de texto de ciencias de Educación Primaria en un contexto hispanoamericano son coherentes con una perspectiva STEM. Para ello, se pondrá el foco en las actividades, el elemento de los libros de texto que condiciona más condiciona el aprendizaje de los estudiantes desde una perspectiva competencial (Son y Diletti 2017). Por tanto, se plantean dos objetivos en este trabajo son:

1. Identificar actividades que promuevan el desarrollo de al menos 1 actividad STEM.
2. Interpretar y clasificar las actividades STEM según las propuestas de Gresnigt et al. (2014) y Sauvé (2006).

5. Método

Esta investigación sigue una metodología cualitativa y descriptiva (Hernández, Fernández y Baptista, 2010); específicamente se emplea el método de análisis de contenido (López-Noguero, 2002) desde una perspectiva comparada al centrarnos en los libros de texto de dos países hispanoamericanos referentes, como son Chile y España.

La muestra objeto de estudio está conformada por 12 libros de texto de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Naturales de 1º a 6º curso de Educación Primaria chilena y española. La casi totalidad de estos textos pertenecen a una misma editorial presente en ambos países (SM) y que en el caso chileno corresponden a la selección de libros elegidos por los establecimientos (MINEDUC, 2012) y por ende son de distribución gratuita. La selección de estos libros se justifica pues, en el caso chileno por su muy amplia difusión entre los centros escolares (Nova et al., 2019), lo que también se cumple en el caso español porque SM es una de las tres editoriales con mayor cuota de mercado de España (CNMC, 2019). El único texto que no es de la editorial SM es el texto chileno de la editorial crecer pensando y que se ha seleccionado por estar en la selección del MINEDUC (2012). Las referencias de estos textos, vigentes para la docencia en el curso académico 2018- 2019, se observan en la Tabla 1.

Tabla 1
Datos libros de texto chilenos (T1 a T6) y españoles (T7 a T12) analizados

Código	Autores	Título	Editorial
T1	Equipo pedagógico SM (2018)	Texto del estudiante. Ciencias Naturales 1º básico	SM
T2	Gutiérrez y Ortiz (2018)	Texto del estudiante. Ciencias Naturales 2º básico	SM
T3	Calderón y Gutiérrez (2018)	Texto del estudiante. Ciencias Naturales 3º básico	SM
T4	Molina, Morales y Ortiz (2018)	Texto del estudiante. Ciencias Naturales 4º básico	SM
T5	Valdés y Rojas (2017)	Ciencias Naturales 5º básico. Texto del estudiante	Crecer pensando
T6	Morales, Ortiz y Valdebenito (2017)	Ciencias Naturales 6º básico. Texto del estudiante	SM
T7	Cáliz, S. (2015)	Texto del estudiante. Ciencias de la naturaleza 1º Primaria	SM
T8	Garín, Hidalgo y Moratalla (2015)	Texto del estudiante. Ciencias de la naturaleza 2º Primaria	SM
T9	Soria, Navarro y López (2014)	Texto del estudiante. Ciencias de la naturaleza 3º Primaria	SM
T10	Soria y Pueyo (2015)	Texto del estudiante. Ciencias de la naturaleza 4º Primaria	SM
T11	Pueyo, Hidalgo, González, Peña, y Navarro (2014)	Texto del estudiante. Ciencias de la naturaleza 5º Primaria	SM
T12	Pueyo, González, Hidalgo y Moratalla (2015)	Texto del estudiante. Ciencias de la naturaleza 6º Primaria	SM

Para analizar las actividades se diseñaron dos instrumentos que incluían 7 (Tabla 2) y 6 (Tabla 3) categorías, respectivamente, extraídas del modelo de análisis de currículos integrados (Gresnigt et al., 2014) y del enfoque de perspectivas en educación ambiental (Sauvé, 2006). Se establece que las categorías, dentro de cada modelo considerado, son excluyentes entre sí. Es decir, cada actividad, finalmente, solo puede asignarse a una categoría dentro de cada modelo.

Tabla 2
Instrumento para la clasificación de actividades según el modelo de enfoques de análisis de currículos integrados

Actividad/ Código libro/ página.	Actividad No STEM.	Aislado o fragmentada.	Conectada	Anidada	Multi-disciplinar	Inter-disciplinar	Trans-disciplinar
	No exista participación explícita de las áreas científicas, la tecnología, ingeniería y la matemática, los proyectos o tareas no utilizan las similitudes, contextos o herramientas de estas áreas para conseguir el objetivo propuesto.	Una enseñanza separada de un tema, es vista como una forma tradicional de educación, donde no existe transversalidad.	Genera una conexión clara entre dos áreas de estudio, facilitando la deducción en la comprensión.	Un contenido de una asignatura es desarrollado en otra, enriqueciendo la disciplina en donde se busca generar el aprendizaje.	Es necesario que dos o más asignaturas planifiquen una unidad de trabajo, la cual es tratada sin perder la identidad de cada área de estudio.	No es posible distinguir entre una asignatura específica, trascendiendo o habilidades y conocimientos de diversas áreas de estudio relacionadas entre sí.	Las actividades son puestas al servicio de la comprensión del mundo real. Los contenidos curriculares trascienden las áreas de estudio focalizadas tradicionalmente en contenidos de aprendizaje.
1	T1/5	X					
2	T1/25		X				

Tabla 3
Instrumento para la clasificación de actividades según el Enfoque de Perspectiva en Educación Ambiental

Actividad/ Código libro/ página.	Actividad No STEM.	Enfoque experiencial	Enfoque crítico	Enfoque práxico	Enfoque interdisciplinario	Enfoque participativo y colaborativo
	No exista participación explícita de las áreas científicas, la tecnología, ingeniería y la matemática, los proyectos o tareas no utilizan las similitudes, contextos o herramientas de estas áreas para conseguir el objetivo propuesto.	Descubre los aprendizajes a través de contextos reales y próximos a los estudiantes, donde sean capaces de experimentar en primera persona, para su posterior asimilación del aprendizaje, proporcionando una oportunidad de crear espacios para construir enseñanzas en base a las experiencias previas.	Identifica un problema y da una solución, reconoce los errores de procesos que presentan la actividad, de igual forma utilizar la limitación de un problema, en beneficio del aprendizaje.	Relación directa, a través de la reflexión en las actividades de trabajo presentadas, genera asociación entre lo reflexionado y las acciones producidas a través de lo experimentado.	Integración de variadas disciplinas busca la respuesta a problemas formulados a través de la conjugación de áreas de estudio, se establece una mejor combinación de los conocimientos, facilitando una perspectiva amplia de los elementos abordados en la temática.	Estrategia de resolución del problema, desarrollo de trabajos en comunidad, genera diferentes nexos entre los integrantes del grupo de acción, mediante lo cual, se enriquecerán las discusiones y experiencias.
T2	15	X				
T8	52			X		

El procedimiento consistió en que los autores identificaran todas las actividades en los libros que conforman la muestra (n=462). A continuación se analizaron e interpretaron las actividades en función de las categorizaciones establecidas en el instrumento de análisis (tablas 2 y 3). Adicionalmente, a cada actividad se le asignó una única categoría según el modelo de Gresnigt et al. (2014) y otra en función del de Sauvé (2006). Cabe señalar

que solo 164 actividades se estimaron que promuevan al menos una de las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas (298 actividades no STEM). Finalmente se realizó un análisis de frecuencias de la categorización realizada.

6. Resultados

A continuación, presentamos los resultados del análisis de las 164 actividades consideradas como STEM, de un total de 462. Primero, se describen e interpretan actividades representativas de cada una de las categorías consideradas (tablas 2 y 3) a la luz del modelo de análisis de currículos integrados (Gresnigt et al., 2014), y posteriormente se hace lo propio según el enfoque de perspectivas adaptado de Sauvé (2000).

6.1. Análisis según modelo de currículos integrados

6.1.1. Actividad no STEM

Un ejemplo de este enfoque se muestra en la Figura 1. La actividad busca incentivar el trabajo colaborativo entre pares, donde el objetivo es construir una frecuencia como resultado de apretar una pelota de goma y la relación con las contracciones generadas en el cuerpo. Su clasificación se debe a que no existe una aplicación de la tecnología o la ingeniería al proceso de trabajo, el diseño de una solución al problema no existe, de igual forma el trabajo tecnológico carece de aplicabilidad en lo propuesto.

Reúnete con un compañero(a), consigan los materiales y realicen el procedimiento que se describe a continuación.

Paso 1. Por turnos, deberán apretar la pelota.

Paso 2. Su compañero(a), utilizando un cronómetro, tendrá que contar cuántas veces logran apretar la pelota en 20 segundos. Esto lo deben repetir en tres series consecutivas.

Paso 3. Finalizadas las tres series, intercambien los roles y repitan el ejercicio.

Paso 4. Anoten en la tabla la cantidad de contracciones que logró hacer cada uno. Asignen un título a la tabla.

Materiales:

- pelota de goma pequeña
- cronómetro

Nombre del estudiante	Serie 1 (20 segundos)	Serie 2 (20 segundos)	Serie 3 (20 segundos)

Figura 1. Actividad no STEM (T4, p. 62)

6.1.2. Enfoque aislado

La actividad mostrada en la (Figura 2, corresponde al enfoque aislada), ya porque el trabajo desarrollado no establece relación con otras asignaturas, su práctica es realizada de forma tradicional y no incluye el aporte de áreas de la tecnología, matemática o ingeniería para el logro del objetivo propuesto.

Experimento El viaje de las sustancias a través de la planta

1. Cortemos parte de un tallo de apio en dos mitades.
2. Llenamos un vaso con agua y tinta roja, y otro vaso con agua y tinta azul. Colocamos el apio como en la imagen.
3. Dejamos el apio colocado en los dos vasos un día. Este es el resultado.

10 Si el agua del suelo está contaminada, ¿crees que le afectará a la planta? ¿A qué parte?

Figura 2. Actividad enfoque aislada (T8, p. 15)

6.1.3. Enfoque conectado

La actividad que se observa en la Figura 3, busca que los estudiantes reflexionen, investiguen y tomen decisiones a lo largo de todo el proceso de trabajo. Se destaca la presencia de las 4 disciplinas, las cuales son abordadas de forma ordenada y sistemática, se identifica como mediante una planificación ingenieril, los estudiantes deben buscar lograr la mayor cantidad posible de energía para poder encender la bombilla. En esta actividad existe la conexión específica entre dos disciplinas, mediante el desarrollo de la experimentación en ciencias y la aplicación de recursos tecnológicos, es posible dar solución a la actividad.

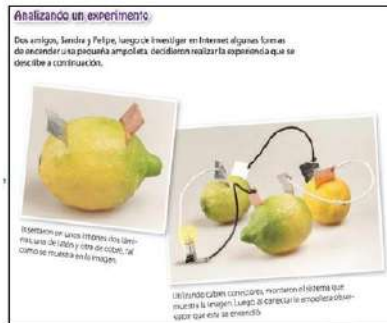


Figura 3. Actividad enfoque conectada (T5, p. 152)

6.1.4. Enfoque anidado

La siguiente actividad, presentada en la Figura 4, se considera clasificada dentro del enfoque de integración anidada, porque deben utilizar conocimientos de otras disciplinas para dar solución al problema que se formula. De manera guiada, seleccionan la información con la cual podrán organizar los pasos que llevarán a la concreción del proyecto científico. Mediante la matemática tendrán que registrar cada evolución de la planta, cantidad de agua necesaria y volumen de tierra para fortalecer la raíz de la planta y obtener diversas conclusiones, utilizarán la tecnología para complementar los conocimientos que harán que el proyecto funcione, buscando generar condiciones atmosféricas orientadas a beneficiar el éxito de la actividad. Cada una de estas actividades está siendo aplicada en la asignatura de ciencia mediante el desarrollo del método científico, dicha disciplina se nutre de las demás áreas para lograr el objetivo formulado.



Figura 4. Actividad Enfoque anidada (T8, p. 21)

6.1.5. Enfoque multidisciplinar

En la siguiente actividad (Figura 5) es posible observar como el desarrollo de un enfoque multidisciplinar es llevado a la práctica, aspectos de dos o más asignaturas son abordados, lo cual aumenta la motivación y el aprendizaje de los estudiantes, en base a una mejor comprensión de los conceptos trabajados en la actividad. El objetivo de esta actividad es analizar, a través de la experimentación, la transformación de la energía. La ciencia se encuentra como eje articulador de la actividad y se inicia al momento de plantear una pregunta de investigación, formular y dar respuesta a la hipótesis que guiará el trabajo, desarrollar el experimento, registrar, interpretar y concluir los resultados para la posterior comunicación. La tecnología se manifiesta al utilizar los diversos diodos LED y motor eléctrico; la ingeniería se ejecutará en el diseño y montaje del generador; mientras que la matemática se aplicará registrando el tiempo de uso del generador, duración e intensidad de la luz generada, cantidad y medidas de los materiales.

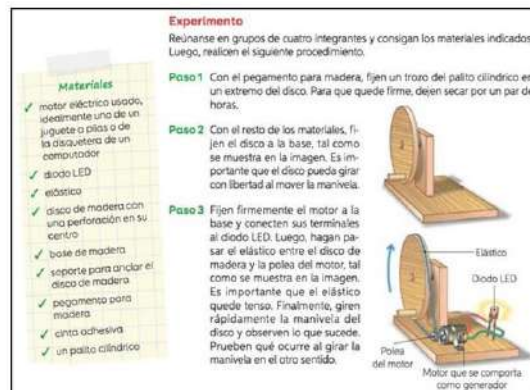


Figura 5. Actividad Enfoque multidisciplinar. (T6, p. 170)

En relación con los enfoques de integración interdisciplinar y transdisciplinar, no fue posible encontrar ese tipo de actividades en los 12 libros de texto analizados. Dentro de las posibles causas, se puede deber a que estos requieren un grado mayor de preparación en la concepción de la actividad. La cantidad y porcentaje de las actividades analizadas en los doce libros de texto se resume en la Tabla 4. Se observa que la mayor cantidad de actividades se encuentra en el libro de texto español de 6º curso (30% de actividades), seguida del 5º curso (28,5%) y el libro que menor cantidad de actividades presenta el de 3º curso. En el caso de los textos chilenos, presentan menor variación de la cantidad de actividades por curso, con mayor frecuencia en 6º (23,7%) y 4º (21,8%) curso.

Tabla 4

Cantidad (y porcentaje) de las actividades analizadas en libros de texto chilenos y españoles de Educación Primaria

Curso	Libro de texto chilenos	Libro de texto españoles	Total
1º	36 (13,7)	16 (8)	52 (11,3)
2º	27 (10,3)	13 (6,5)	40 (8,7)
3º	39 (14,9)	6 (3)	45 (9,7)
4º	57 (21,8)	46 (23)	103 (22,3)
5º	41 (15,6)	57 (28,5)	98 (21,2)
6º	62 (23,7)	60 (30)	122(26,4)
Total	262 (100)	200 (100)	462 (100)

De igual forma, hemos clasificado entre actividades que buscan trabajar STEM y las que no (no STEM). Esto se resume en la Tabla 5, donde la mayor cantidad de actividades no STEM las encontramos coincidentemente en los cursos de mayor rango (6º curso), ya sea en los libros españoles (41 actividades) o chilenos (40 actividades). Del mismo modo, los cursos en donde se encuentra la mayor cantidad de actividades que es

posible categorizarla como STEM es, en el caso chileno, en el curso 4º con 27 actividades y en los libros españoles en 6º con 19 propuestas de trabajo.

En relación con la clasificación, según los enfoques propuestos por Gresnigt et al. (2014), para analizar el nivel de integración de una actividad STEM. En los libros de texto chilenos (Tabla 6), vemos que la categoría de enfoque conectado es la más frecuente (46,6%), evidenciando la necesidad de generar una relación entre asignaturas, para dar solución a lo formulado. En el caso contrario, es posible evidenciar que el enfoque multidisciplinar (8,8%) es el menos trabajado, y solo visible a partir del 3º curso; entendiéndose la complejidad que supone lograr este tipo de clasificación para un ejercicio.

Tabla 5

Cantidad (y porcentaje) de las actividades clasificadas en STEM y no STEM de los libros de texto chilenos y españoles de Educación Primaria

Curso	Actividades no STEM			Actividades STEM		
	LT chilenos	LT españoles	Total	LT chilenos	LT españoles	Total
1º	22 (13,8)	13(9,4)	35(11,7)	14(13,6)	3(4,9)	17(10,4)
2º	16(10,1)	8(5,8)	24(8,1)	11(10,7)	5(8,2)	16(9,8)
3º	25(15,7)	2(1,4)	27(9,1)	14(13,6)	4(6,6)	18(11)
4º	30(18,9)	34(24,5)	64(21,5)	27(26,2)	12(19,7)	39(23,8)
5º	26(16,4)	39(28,1)	65(21,8)	15(14,6)	18(29,5)	33(20,1)
6º	40(25,2)	41(29,5)	81(27,2)	22(21,4)	19(31,1)	41(25)
Total	159(100)	139(100)	298(100)	103(100)	61(100)	164(100)

Tabla 6

Cantidad (y porcentaje) de las actividades clasificadas en STEM en libros de texto chilenos de Educación Primaria

Curso	1º	2º	3º	4º	5º	6º	Total
Aislado	4 (28,6)	3 (27,3)	1 (7,1)	6 (22,2)	5 (33,3)	7 (31,8)	26 (25,2)
Conectado	9 (64,3)	4 (36,4)	4 (28,6)	14 (51,9)	6 (40)	11 (50)	48 (46,6)
Anidado	1 (7,1)	4 (36,4)	5 (35,7)	6 (22,2)	3 (20)	3 (13,6)	22 (21,4)
Multidisciplinar			4 (28,6)	1 (3,7)	1 (6,7)	1 (4,5)	7 (6,8)
Total	14 (100)	11 (100)	14 (100)	27 (100)	15 (100)	22 (100)	103 (100)

En el caso de los textos españoles (Tabla 7), la mayoría de las actividades se relacionan con el enfoque conectado (50,8%), es decir, promueve con mayor énfasis la interacción entre dos disciplinas para poder dar solución a un ejercicio. Es importante destacar que, para este análisis en los libros españoles no se encontraron actividades que pertenezcan a los últimos tres enfoques de mayor complejidad (multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar).

Tabla 7

Cantidad (y porcentaje) de las actividades clasificadas en STEM en libros de texto españoles de Educación Primaria

Curso	1º	2º	3º	4º	5º	6º	Total
Aislado	1 (33,3)			3(25)	6(33,3)	9(47,4)	19(31,1)
Conectado	2 (66,7)	4(80)	2(50)	6(50)	9(50)	8(42,1)	31(50,8)
Anidado		1(20)	2(50)	3(25)	3(16,7)	2(10,5)	11(18)
Total	3 (100)	5 (100)	4(100)	12(100)	18(100)	19(100)	61(100)

6.2. Análisis según Enfoque de perspectiva

6.2.1. Enfoque experiencial

En la actividad de la Figura 6 se observa que, a través del huerto colgante, mediante el reciclaje, los estudiantes aplican diferentes conocimientos STEM para resolver el problema. Se descubren aprendizajes en base a contextos y manipulación de objetivos reales, destacando la integración de conocimientos previos por los estudiantes, para lograr la efectividad del objetivo de la actividad.



Figura 6. Enfoque experiencial (T5, p. 15)

6.2.2. Enfoque crítico

A través de la actividad de la Figura 7, y mediante la construcción de una cocina solar, es posible ver cómo y de forma crítica los estudiantes lograrán dar solución a un problema presente en diversas comunidades del mundo. En ella, energía es un bien escaso, junto con el desarrollo de la actividad y de forma paralela se genera una conciencia social sobre los recursos naturales; dicho aprendizaje beneficiará de forma directa la enseñanza de otras disciplinas académicas transversales a la ciencia y de orden formativos en valores sociales.



Figura 7. Enfoque crítico (T6, p. 177)

6.2.3. Enfoque práctico

En la actividad de la Figura 8 se busca, mediante la interacción práctica de los estudiantes y utilizando diferentes materiales reutilizados, representar esquemáticamente un aparato digestivo, reforzando

aprendizajes futuros; a consecuencia del experimento realizado. Con ello, se espera comprender el funcionamiento y componentes del aparato digestivo a través de puesta en práctica de sus conocimientos.



Figura 8. Enfoque práctico (T8, p. 52)

6.2.4. Enfoque interdisciplinario

En la Figura 9 se observa que, mediante la interacción de variados conocimientos disciplinarios, los estudiantes deben recrear diferentes ambientes, mediante implementos reciclados, reproducen el hábitat de las lombrices. Se evidencia el fortalecimiento de diversos conocimientos, matemáticos, tecnológicos y aplicación de soluciones mediante el ingenio, al ser una actividad que busca conjugar áreas transversales de la educación logra un mayor nivel fortalecimiento en la interacción de disciplinas académicas.



Figura 9. Enfoque interdisciplinario (T2, p. 118)

6.2.1. Enfoque participativo y colaborativo

A través de la actividad en la Figura 10, mediante el desarrollo de una actividad grupal, se busca que los estudiantes apliquen diversos conocimientos científicos y generen una interacción de saberes entre pares, de esta forma, dar solución al ejercicio; en la actividad se aprecia una interacción de elementos del medio ambiente, superficies de trabajo, factores de humedad y temperatura, logrando así el fortalecimiento de nuevos aprendizajes.



Figura 10. Enfoque participativo y colaborativo (T8, p. 18)

Para establecer un análisis sobre la cantidad de actividades y su categorización, según el enfoque de perspectivas presentes en las actividades STEM en textos españoles y chilenos, realizamos la Tabla 8. En ella, se manifiesta un claro predominio del enfoque experiencial (60 actividades: 37 en los textos chilenos y 23 en los españoles), teniendo que dicho enfoque busca utilizar las experiencias y conocimientos previos de los estudiantes, para de esta forma encontrar la solución al ejercicio inicial. De igual modo, el enfoque práctico es el segundo más trabajado, a consecuencia que los ejercicios analizados buscan en su gran mayoría la manipulación y la práctica de las actividades. En contraposición, encontramos que el enfoque interdisciplinario (12 actividades) es el menos observado, entendiendo que este tipo de categoría busca la conexión entre diversas áreas de la educación, lo cual representa un desafío en la construcción y posterior aplicación de la actividad.

Tabla 8

Resultados sobre cantidad de actividades según enfoque de perspectiva, adaptado de Sauvé, en libros de texto españoles y chilenos de Educación Primaria

Enfoques	Texto chilenos						Textos españoles						Total		
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	Total	1º	2º	3º	4º	5º		6º	Total
Experiencial	5	3	6	13	3	7	37	1	1	2	5	8	6	23	60
Crítico	0	0	1	0	4	3	8	0	1	0	1	0	3	5	13
Práxico	2	4	2	6	6	9	29	2	2	1	4	6	6	21	50
Interdisciplinarios	0	1	1	5	2	1	10	0	0	0	0	1	1	2	12
Participativo y colaborativo	6	3	4	3	2	2	20	0	0	1	2	3	3	9	29
Total	13	11	14	27	17	22	104	3	4	4	12	18	19	60	164

7. Discusión y conclusiones

Este trabajo nos permite, en primer lugar, observar una dimensión del análisis de libros de texto ciertamente en crecimiento sobre las áreas STEM (Son y Diletti, 2017). En segundo lugar, identificamos las actividades que promueven el trabajo STEM (164) a través de los fundamentos teóricos que pretenden explicar la comprensión de esta incipiente área de estudio, así como la función que pueden desempeñar en los textos, dando respuesta a nuestro objetivo nº 1. En tercer lugar, clasificamos las actividades, mediante el modelo de análisis de currículos integrados y enfoques de perspectivas.

La educación STEM, trabajada desde la integración de las diversas asignaturas presentes en el currículo escolar, es vista como una oportunidad de mejorar los procesos en la enseñanza y aprendizaje de los

estudiantes. Por ello, es importante investigar las características de las actividades propuestas en los libros de texto, y el desarrollo de contenidos de orden específicos trabajados, transversalmente desde la ciencia, con lo cual se busca lograr una activación interdisciplinaria de otras disciplinas que ayudarán a fortalecer la dominancia de los contenidos trabajados. En tal sentido, Merrill y Daugherty (2009) hacen referencia sobre el abordaje de las temáticas de una forma dinámica, y los contenidos específicos de una manera integradora mediante la actividad propuesta.

Una de las premisas consideradas para evidenciar la relevancia de las conexiones entre las asignaturas es trabajar bajo un enfoque integrador (Breiner, Harkness, Johnson y Koehler, 2012), el cual pueda mostrar un trabajo sistemático entre las áreas de aprendizaje. A su vez, los maestros, apoyados de los libros de texto pueden generar situaciones que apoyen la enseñanza y el aprendizaje. Por esto, el desafío está en buscar y entregar no solo conocimientos, sino tratar de trabajar sobre las prácticas del profesor y los desafíos pedagógicos a los cuales nos enfrentamos como sociedad (Fleer y Pramling, 2015).

Este trabajo proporciona un análisis de cómo se puede ver la educación STEM y las diferentes categorías que fueron analizadas sus actividades, centrándose más que solo la secuenciación de STEM en las propuestas evidenciadas en los textos (Lazonder y Harmsen, 2016).

Además, creemos que el modelo de análisis de currículos integrados (Gresnigt et al., 2014), al ser una propuesta que considera las formas de integrar las asignaturas STEM, logra mayores posibilidades que los estudiantes adquieran competencias necesarias en los escenarios actuales, reforzando la idea de concebir la educación desde el punto de vista interdisciplinar, las cuales se llevan a la práctica por medio del libro de texto (Tsupros, Kohler y Hallinen, 2009). De igual forma, se destaca la importancia de analizar constantemente la metodología de trabajo en el aula, favoreciendo el desarrollo de una indagación guiada, con el acompañamiento de los maestros, y fortaleciendo las habilidades científicas desde una temprana edad (Lazonder y Harmsen, 2016).

Respecto a los resultados del estudio, se observa que el enfoque conectado, muestra una mayor relevancia en los libros de texto españoles (50,8%) y chilenos (46,6%). Ante el escaso nivel de integración de las actividades observado, teniendo en cuenta que este enfoque representa solo el segundo nivel de un total de seis, los resultados son preocupantes. Sin embargo, el hecho de tener actividades que requieran la conexión de dos áreas de estudio evidencia un escenario positivo, ya que los estudiantes están expuestos a buscar estrategias para lograr la solución a los problemas.

De notoria importancia, es ver como de los 462 ejercicios propuestos en los 12 textos analizados, más del 50% no buscan potenciar el desarrollo de conocimientos STEM. Situación similar ocurre al analizar las actividades que promueven el aprendizaje de competencias STEM, las que muestran un progresivo aumento a medida que se avanza en curso. De esta forma, vemos como la enseñanza de las ciencias en la primaria, trabaja desde los primeros años de escolaridad aspectos de la educación STEM. Sin embargo, al tener el área científica un potencial transdisciplinar, creemos la necesidad de aumentar de este tipo de actividades, apuntando así, el mejoramiento de conocimientos, habilidades y rendimiento en evaluaciones estandarizadas, tal como mencionamos la realidad de matemática y ciencia en el contexto de PISA.

Dentro del análisis, que busca conocer el nivel de integración, según los enfoques de perspectivas Sauvè (2006), en las 164 actividades clasificadas como STEM, se evidencia una baja presencia de los niveles que necesitan mayor relación con otras áreas de aprendizaje. Dentro de los 5 enfoques antes mencionados, el experiencial (60) y práctico (50) son los que logran concentrar la mayor cantidad de actividades. Una explicación para esta situación, se establece al ver que los ejercicios propuestos buscan incorporar los aprendizajes previos de los estudiantes, de esta forma los nuevos temas se amalgaman a los ya existentes, potenciando la observación de fenómenos y resultados de las actividades de manipulación científica. Con esta clasificación respondemos a nuestro objetivo no2, logrando clasificar las actividades seleccionados según los dos modelos propuestos.

De esta forma encontramos que existen diferentes grados de integración cuando se trata de un enfoque STEM (English y King, 2015). Además, parece que el grado de integración y el enfoque de perspectiva en educación ambiental puede estar relacionado con las propuestas existentes en los diferentes textos analizados, estableciendo conexiones explícitas y significativas entre las disciplinas STEM estudiadas.

Si bien este estudio no intentó evaluar la calidad, nuestros hallazgos brindan ejemplos de actividades STEM integrado unidad de instrucción con una perspectiva ambiental. Se requieren más estudios para comprender cómo el grado de integración se relaciona con la calidad de la instrucción y también con los resultados del aprendizaje de los estudiantes, sugiriendo la necesidad de involucran en mayores cantidades una instrucción integrada proporcionan un contexto de aprendizaje auténtico que establece conexiones claras entre disciplinas, reflejando los componentes clave de la educación STEM.

Nuestros hallazgos arrojan luz sobre cómo los textos de gran divulgación entre los estudiantes, carecen de una conexión con el fomento de educación STEM, Si bien los temas presentados anteriormente muestran una

clara clasificación inicial al momento de categorizar las actividades, representan desafíos que enfrentan los maestros al momento de impartir y utilizar los textos como una forma de representación del currículo escolar, también dilucidar la manera que se trabaja la integración exitosa del trabajo en áreas STEM. Nuestro estudio evidencia la necesidad de incorporar y equilibrar las disciplinas STEM en el trabajo directo en el aula (Merrill y Daugherty, 2009).

Finalmente, creemos que la integración de contenidos curriculares, específicamente en las actividades de ciencia trabajadas con estudiantes a través de los libros de texto, deben ser vistas como un motor de cambio en la educación, ya que la necesidad de conjugar otras asignaturas y lograr el objetivo formulado para un ejercicio es la verdadera integración que se requiere en las aulas de clases. De igual forma, el continuo trabajo del maestro en actualizarse para ayudar en la indagación guiada es visto como prioritario para el éxito de cada propuesta de trabajo.

Hasta ese momento, sin embargo, este estudio actual puede actuar como un recurso para ayudar en las diversas prácticas educativas a comprender los desafíos que los y las docentes pueden enfrentar al tratar de llevar un enfoque STEM a sus aulas

Apoys

Beca CONICYT PFCHA 72190253

Referencias

- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., y Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x> 10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W., y Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1002/tea.20147> 10.1002/tea.20147
- Calderón, P., y Gutiérrez, S. (2018). *Texto del estudiante. Ciencias Naturales 3º Básico*. Santiago: SM.
- Cáliz, S. (2015). *Texto del estudiante. Ciencias de la Naturaleza 1º Primaria*. Murcia: SM.
- Cornejo, J. (2006). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 357-370.
- Danisova, E. (2007). Política para la publicación de libros de texto en República de Eslovaquia. In MINEDUC (Ed.), *Primer Seminario Internacional de Textos Escolares* (p. 64-69). MINEDUC.
- DeJarnette, N. K. (2018). Implementing STEAM in the Early Childhood Classroom. *European Journal of STEM Education*, 3(3). Retrieved from <https://dx.doi.org/10.20897/ejsteme/3878> 10.20897/ejsteme/3878
- Díaz-Levicoy, D., Giacomone, B., y Arteaga, P. (2017). Caracterización de los gráficos estadísticos en libros de texto argentinos del segundo ciclo de Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(3), 299-326.
- Diez, M., y Rojo, D. (2018). Comprendiendo el origen y las consecuencias de la lluvia ácida desde una actividad STEM. *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas*, 259-278.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524> 10.17979/arec.2018.2.2.4524
- English, L. D., y King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1). Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7> 10.1186/s40594-015-0027-7
- Equipo Pedagógico SM. (2018). *Texto del estudiante. Ciencias Naturales 1º Básico*. Santiago: SM.
- Fadzil, H. M., y Saat, R. M. (2014). Enhancing STEM Education during School Transition: Bridging the Gap in Science Manipulative Skills. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 209-218. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2014.1071a> 10.12973/eurasia.2014.1071a
- Fernández-Martín, F.-D., Arco-Tirado, J.-L., Carrillo-Rosúa, F.-J., Hervás-Torres, M., Ruiz-Hidalgo, J.-F., y Romero-López, C. (2020). Making STEM Education Objectives Sustainable through a Tutoring Program. *Sustainability*, 12(16), 6653-6653. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.3390/su12166653> 10.3390/su12166653
- Fleer, M., y Pramling, N. (2015). *A cultural-historical study of children learning science, cultural studies of science education*. Dordrecht: Springer.
- Font, V., y Godino, J. D. (2006). La noción de configuración epistémica como herramienta de análisis de textos matemáticos: su uso en la formación de profesores. *Educação Matemática Pesquisa*, 8, 67-98. Retrieved from

<https://bit.ly/2Luiivi>

- Fuentes, M., González, J., Garín, M., Hidalgo, J. M., Moratalla, V. R., Taconis, R., Keulen, H. V., Gravemeijer, K., y Baartman, L. (2014). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia*, 54, 47-84. <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/8>
- Gutiérrez, S., y Ortiz, P. (2018). *Texto del estudiante. Ciencias Naturales 2o Básico*. Santiago: SM.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Laya, P., y Martínez, C. (2019). La competencia científica en los libros de texto de educación primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 71-83.
- Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (n.d.). Metanálisis del aprendizaje basado en la indagación: efectos de la orientación. *Revisión de Investigación Educativa*, 86(3), 681-718.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1002/sce.21522>
- Martín-Páez, T., Carrillo-Rosúa, J., Lupiañez-Gómez, J. L., y Vilchez-González, J. M. (2016). Análisis de las pruebas externas de evaluación de la competencia científico-tecnológica de 6º de Educación Primaria en España. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 37, 127-149.
- MEC. (2006). Ley Orgánica de Educación (LOE) de 3 de mayo de 2006. In *BOE* (Vol. 106, p. 17158-17207).
- MECD. (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52(1 de marzo de 2014), 19349-19420.
- Ministerio de Educación. (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. In *BOE* (Vol. 52, p. 19349-19420).
- Merrill, C., y Daugherty, J. (2009). *The future of TE masters degrees: STEM. Trabajo presentado en la 70th Annual International Technology Education Association Conference*. Louisville, Estados Unidos.
- MINEDUC. (2009). *Ley 20370. Ley General de Educación*. Valparaíso: Cámara de Diputados. MINEDUC.
- (2012). *Bases curriculares: Primero a Sexto básico*. Santiago.
- Molina, C., Morales, K., y Ortiz, P. (2018). *Texto del estudiante. Ciencias Naturales 4o Básico*. Santiago: SM.
- Morales, K., Ortiz, P., y Valdevenito, S. (2017). *Texto del estudiante. Ciencias Naturales 6º Básico*. Santiago: SM.
- Nova, A., Huanquimilla, C., Vázquez, L., y Rebolledo, P. (2019). Política de textos escolares en Chile: Criterios de elegibilidad y consideraciones didácticas. *Revista ciencias humanas y sociales*, 35, 41-82.
- NRC. (2009). Learning science in informal environments: people, places, and pursuits. In and others (Ed.), . Washington, DC: NAP.
- OCDE. (2016). *PISA 2015. Resultados clave*. Paris.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Adúriz-Bravo, A. (2018). La Educación STEAM y el desarrollo competencial en la Educación Primaria. *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas*, 41-54.
- Pérez, J. (2006). Un viaje en el tiempo por la alfabetización científica en España. *Didácticas Específicas. Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 13-30.
- Pueyo, I., González, M., Hidalgo, J. M., y Moratalla, V. (2015). *Texto del estudiante. Ciencias de la Naturaleza 6º Primaria* (and others, Ed.). Murcia: SM.
- Pueyo, I., Hidalgo, A. J., González, M., Peña, A., y Navarro, A. (2014). *Texto del estudiante. Ciencias de la Naturaleza 5º Primaria*. Murcia: SM.
- Quigley, C. F., y Herro, D. (2016). "Finding the Joy in the Unknown": Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Rossi-Cordero, A. E., y Barajas-Frutos, M. (2015). Gender imbalances in STEM career choice. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 33, 59-59. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1481>
- Sanders, M. (2009). Integrative stem education: Primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sauvé, L. (2000a). Para construir un patrimonio de investigación en Educación Ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental*, 2(5), 51-69.
- Sauvé, L. (2000b). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. *Reflexiones sobre educación ambiental II: artículos publicados en la carpeta informativa del CENEAM*, 219-232.
- Sheehan, K. J., Hightower, B., Lauricella, A. R., y Wartella, E. (2018). STEM Media in the Family Context: The Effect of STEM Career and Media Use on Preschoolers' Science and Math Skills. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 17-35. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.20897/ejsteme/3877>
- Son, J., y Diletti, J. (2017). What Can We Learn from Textbook Analysis? In E. J.-W. Son y T. W. y J.-J. Lo

- (Eds.), *What Matters? Research Trends in International Comparative Studies in Mathematics Education* (p.3-32). Springer.
- Soria, A., Navarro, A., y López, S. (2014). *Texto del estudiante. Ciencias de la Naturaleza 3º Primaria*. Sevilla: SM.
- STEM Integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research. (2014). *NRC*.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., Loof, H. D., Meester, J. D., Goovaerts, L., Struyf, A., de Pauw, J. B., Dehaene, W., Deprez, J., Cock, M. D., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., de Velde, D. V., Petegem, P. V., y Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2-2. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Tristán-Mojica, M. A. (2013). *Educación ambiental en la formación del docente de Primaria en la provincia de Veraguas-Panamá*. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.14201/11586>
- Tsupros, N., Kohler, R., y Hallinen, J. (2008). STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1. In E. (Ed.), (p. 53-75). Pennsylvania: Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach.
- Valdés, P., y Rojas, E. (2017). *Texto del estudiante. Ciencias Naturales 5º Básico*. Santiago: Crecer Pensando.

ANÁLISIS DE ACTIVIDADES STEM EN LIBROS DE TEXTO CHILENOS Y ESPAÑOLES DE CIENCIAS

CRISTIAN FERRADA

DANILO DÍAZ-LEVICÓY

NORMA SALGADO-ORELLANA

Universidad de Granada, España

RESUMEN: En la siguiente investigación se dan a conocer los resultados sobre el análisis de actividades que se ajustan a la propuesta metodológica STEM en libros de texto de Chile y España. Este análisis se fundamenta en la importancia que constituyen los libros de texto en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. La investigación sigue una metodología cuantitativa, de nivel descriptivo, basada en la aplicación de una pauta de verificación diseñada de acuerdo al Modelo Interdisciplinar de Educación STEM. Para ello, se consideró una muestra cuatro libros de texto: dos de Ciencias Educación Primaria chilena (séptimo y octavo grado) y dos de Educación Secundaria española (primero y segundo grado), en los que se analizó las actividades de fin de unidades. Los hallazgos más importantes dan cuenta de una baja presencia de las fases finales de trabajo, las cuales requieren un mayor grado de conocimiento específico.

PALABRAS CLAVE: *Libros de Texto, Educación STEM, Ciencia.*

ANALYSIS OF STEM ACTIVITIES IN CHILEAN AND SPANISH TEXTBOOKS OF SCIENCES

ABSTRACT: The following research shows the results on the analysis of activities that adjust to the STEM methodology proposal in textbooks from Chile and Spain. This analysis is based on the importance of textbooks in the teaching and learning process of Science. This research follows a quantitative methodology, in a descriptive level, based on the application of a verification guideline designed according to the Interdisciplinary Model of Education STEM. To do so, A sample of four textbooks

Recibido: 15 de diciembre de 2018 • Aceptado: 28 de diciembre de 2018.

was used: two of them were Chilean Primary Science Education (seventh and eighth grade) and the other two were Spanish Secondary Science Education (first and second grade), in which the final activities of the unit were analyzed. The most important findings show a low presence on the ending phases of work, which requires a higher grade of specific knowledge.

KEYWORDS: *Textbooks, STEM education, Science.*

1. Introducción

El siguiente estudio está centrado en dos aspectos fundamentales, el aprendizaje interdisciplinario y los libros de texto; elementos claves en el proceso de instrucción en ciencias naturales y exactas.

En primer lugar, el aprendizaje de las ciencias naturales, desde un punto de vista interdisciplinario, bajo el enfoque *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM de ahora en adelante), permite que los estudiantes comprendan la importancia de su comprensión y, al mismo tiempo, les entrega la posibilidad de tomar decisiones adecuadas a lo largo de su vida e incentivando la elección de carreras científicas (Acuña, 2012). En este sentido, Kilpatrick, Swafford y Findell (2001) señalan que los estudiantes que no amplíen los conocimientos en áreas científicas y tecnológicas serán postergados de diversas oportunidades con las que interactuarán en la sociedad, ya que no contarán con las competencias y habilidades precisas para asumir los nuevos desafíos. Por esta razón, se considera que las vocaciones científicas deben establecerse desde los inicios de la etapa escolar. Además, se reconoce el hecho de que los estudiantes se inclinen o no por un futuro profesional en el ámbito STEM, estará relacionado con el desajuste que se pueden dar entre la idea y percepción que tengan de los profesionales del área y su identidad (DeWitt et al., 2013).

En segundo lugar, es importante destacar la multifuncionalidad que presentan los libros de texto. Como herramienta que resume los contenidos, ayudando en el proceso didáctico del profesor (Córdoba, 2012; Pomilio et al., 2016), permitiendo la implementación de las directrices curriculares (Díaz-Levicoy y Roa, 2014; Güemes, 1994; Herbel, 2007). Así, los libros de texto actúan como uno de los principales materiales didácticos en el proceso de aprendizaje y enseñanza. Igualmente, es posible destacar su función como documento histórico, el cual refleja la ciencia y la didáctica desarrollada en un contexto específico (Cornejo y López-Arriazu, 2005). Otras funciones son descritas por Díaz-Levicoy, Giacomone y Arteaga (2017) como guía del

maestro en la organización del proceso de instrucción; al estudiante actuando como profesor al que puede acceder en cualquier momento, adaptado a su edad y necesidades; y permite a la familia orientar y apoyar el aprendizaje de los niños. Hodson (2003) le concede una importancia en la transmisión de la sociedad y cultura. Finalmente, Fadzil y Saat (2014) señalan que, a través de las actividades prácticas presentadas al finalizar las unidades de aprendizaje en los libros de texto, los estudiantes interactúan con diferentes fenómenos, obtienen conclusiones y desarrollan diversas habilidades científicas; incentivando el aprendizaje significativo de las ciencias y permitiendo el desarrollo de diferentes habilidades.

De esta forma, el trabajo interdisciplinario que pretendemos investigar es el que une las áreas STEM en las actividades de fin de unidad en los libros de texto; resultados de interés común para cada uno de los agentes involucrados en esta interacción educativa.

Mediante estas consideraciones, la presente investigación tiene por objetivo *identificar si las actividades de finalización de unidades de libros de texto de Chile y España presentan aspectos metodológicos del Modelo Interdisciplinar de Educación STEM de Toma y Greca (2017).*

2. Antecedentes

Actualmente, la revisión de la literatura da a conocer la necesidad del fomento de competencias en habilidades STEM, fundamentalmente en la etapa escolar de Educación Infantil, Primaria y Secundaria, ampliando en los niños una visión y una práctica diferente de la enseñanza habitual, primordial en las sociedades tecnológicamente evolucionadas (Toma y Greca, 2017). A través de esta nueva práctica pedagógica, en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, se busca motivar e incentivar en los niños un mayor conocimiento y dominio de la práctica científica, necesarios para enfrentar los diversos desafíos de la sociedad globalizada, entregando conocimientos necesarios para una adecuada inserción en los diferentes contextos laborales que vendrán en un futuro tecnológicamente avanzado. En este sentido, se afirma que un modelo STEM incrementa potencialidades en los estudiantes, y entrega herramientas necesarias para hacer frente a los nuevos retos de la sociedad del conocimiento (Duque, Tiberio, Gómez y Vásquez, 2011).

Tsupros, Kohler y Hallinen (2009) definen la educación STEM como un acercamiento interdisciplinario al aprendizaje, en el que los conocimientos se

combinen con lecciones cercanas a la realidad, de forma que los estudiantes apliquen la ciencia y la matemática en contexto de próximos a sus necesidades e intereses.

De esta manera, la educación STEM requiere de una planificación cuidadosa de los contenidos. Los profesores deben organizar sus experiencias de enseñanza y aprendizaje utilizando la tecnología como una herramienta en este proceso. En consecuencia, el proyecto de secuencias didácticas debe estar centrado en integrar materiales, situaciones y experiencias interesantes, motivando el aprendizaje significativo en el estudiantado, teniendo en cuenta que la enseñanza de la matemática como las ciencias experimentales requieren un tratamiento lógico, secuencial y ordenado (Ferrando, Hurtado y Beltrán, 2018).

En resumen, las actividades basadas en el modelo STEM permiten desarrollar las capacidades de los estudiantes (Acosta, 2017), generando instancias para que los profesores de ciencia, tecnología y matemática pongan en práctica un enfoque integrador, por medio de proyectos ingenieriles que desafíen la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos (Vásquez-Giraldo, 2014).

La literatura evidencia la existencia de variadas investigaciones relacionadas con libros de texto de ciencias en Educación Primaria. Naranjo y Candela (2010) realizan un estudio etnográfico en instituciones mexicanas, las cuales trabajan con los libros de texto proporcionados por el Gobierno Federal. Se confirmó el rol central del libro de texto en las clases de ciencias naturales, actuando como un articulador de la programación del profesor, enfatizando en la utilización estructural que proporciona este material.

López-Valentín y Guerra-Ramos (2013) desarrollan un análisis de las actividades en el libro de texto de Ciencias Naturales de 6º de Educación Primaria en México. De sus resultados es posible advertir que la mitad de las actividades analizadas desarrollan el aprendizaje que se ha planificado, señalando una falta de profundidad, claridad e indicadores de comprensión.

Díaz-Levicoy, Pino, Sepúlveda y Cruz (2016) analizan los gráficos estadísticos en libros de texto de Ciencias Naturales en Chile. Entre los principales resultados, se observa la preponderancia de: los gráficos de barras y líneas; el nivel de lectura de leer los datos; el nivel semiótico de representación de un listado de datos; las actividades de explicar y comparar. Los autores señalan la necesidad de incluir mayor cantidad de tareas que promuevan este tipo de actividades en los libros de texto. Este estudio es complementado en Díaz-Levicoy, Arteaga y Contreras (2017), que estudian los conflictos semióticos potenciales sobre gráficos estadísticos en la misma muestra de textos. Los

resultados evidencian diferentes errores o potenciales conflictos de estas representaciones: carencia de títulos y rótulos en ejes, ausencia de título general del gráfico, problemas de escala, y uso de la tercera dimensión sin sentido.

También, Cornejo (2006) desarrolla un análisis histórico de la enseñanza de la ciencia y la tecnología los niveles primario y secundario argentinos en los libros texto desde 1880 hasta el 2000. Señala como evolucionó la presentación de los contenidos, desde formas descriptivas y expositivas hacia estilos que estimulan la intervención y buscan desarrollar la motivación de forma activa en los estudiantes, tendencia similar seguida por los contenidos ilustrativos e icónicos.

En secundaria, Perales y Jiménez (2002) analizan la relevancia de las ilustraciones usadas en las unidades de aprendizaje de estática y dinámica de 7 libros de texto españoles de Física y Química de 4º de Educación Secundaria (1993-1995), además de 3 libros de texto del igual nivel, pero de ediciones pasadas (1963, 1969 y 1987), para tener una visión temporal del estudio. Abordan el diseño y validación de una pauta de análisis, la cual categorizó las imágenes de acuerdo a aspectos establecidos y semánticos. Entre sus resultados destacan que no existe una relación entre la orientación didáctica de los textos y sus ilustraciones, la utilización permanente de fotografías, el realce estético de las ilustraciones, la falta de vínculo entre texto e imagen, incoherencias entre los propósitos didácticos del autor y las ilustraciones utilizadas, finalizan entregando algunos consejos para beneficiar la utilización de iconografías.

Finalmente, Pérez (2018) estudia el avance histórico de la enseñanza de las ciencias en España, por medio de libros de texto del fondo bibliográfico del Centro de Documentación Infantil y Juvenil, Museo Pedagógico, la Biblioteca de la Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid, los cuales se remontan hasta de finales del siglo XIX. Su objetivo fue determinar si las actuales tendencias utilizadas en la enseñanza de las ciencias experimentales (STEM) establecen relación con diversas perspectivas didácticas desarrolladas en la historia educativa del país.

3. Metodología

Esta investigación sigue una metodología cuantitativa y de nivel descriptivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), en la cual se utiliza la recolección de datos con base en la medición numérica y el posterior análisis de los resultados obtenidos (Ávila-Baray, 2006).

La muestra estuvo compuesta por cuatro libros de texto de Ciencias Naturales de Chile y España. En el caso chileno se usaron los entregados por el Ministerio de Educación de 7° y 8° año de Educación Primaria para la asignatura de Ciencias Naturales. En el caso de español utilizamos el de 1° (Biología y Geología) y 2° año (Física y Química) de Educación Secundaria; textos elegidos por corresponder a una editorial de amplia difusión en este país. Se han considerado estos niveles por atender a estudiantes de edades similares (13-14 años). Las referencias de estos textos se observan en la Tabla 1, los que se han codificado con las abreviaturas T1, T2, T3 T4 para facilitar su citación en el manuscrito.

Tabla 1. Identificación de libros de texto analizados

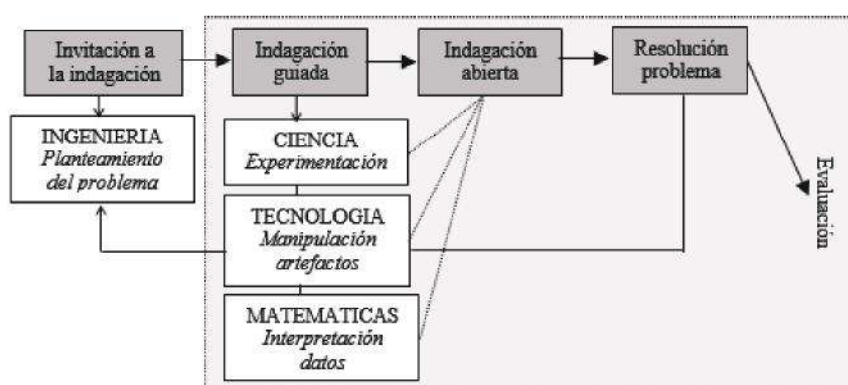
Código	Autores	Título	Editorial
T1	Campbell, Iriberry, Morales, Salamanca y Sanhueza (2017)	Texto del estudiante de Ciencias Naturales 7° básico	SM
T2	Calderón, Moncada, Morales y Valdebenito (2017)	Texto del estudiante Ciencias Naturales 8° básico.	SM
T3	Vives, Meléndez, Garrido, Madrid y Rodríguez-Piñero (2015)	Texto del estudiante. Biología y Geología 1° ESO	Santillana
T4	Rodríguez-Piñero, Sánchez y Vidal (2017)	Texto del estudiante. Física y Química 2° ESO	Santillana

Las variables consideradas en este estudio corresponden a las fases del *Modelo Interdisciplinar de Educación STEM* de Toma y Greca (2017) detalladas a continuación y que se relacionan de acuerdo a lo presentado en la Figura 1.

- *Invitación a la indagación* (1ª fase). Se presenta una situación o problema, la cual está relacionada y contextualizada al estudio práctico de la ciencia.
- *Indagación guiada* (2ª fase). Desarrollan una indagación guiada en donde los estudiantes observan y organizan el uso de dispositivos tecnológicos, el diseño de un experimento y la realización del mismo, registrando e interpretando resultados obtenidos.
- *Indagación abierta* (3ª fase). Consiste en la exposición y discusión de los resultados obtenidos de la fase previa, buscar nuevas formas de preguntas e hipótesis para la situación planteada inicialmente, en vista de los resultados obtenidos.

- *Resolución del problema inicial* (4ª fase). Conectan los nuevos aprendizajes a los conocimientos previos. Exploran, crean y desarrollan el material con el cual darán solución al problema presentado inicialmente, contrastando los hallazgos.
- *Evaluación* (5ª fase). Existe un empleo tecnológico del trabajo desarrollado para los problemas inicialmente presentados.

Figura 1. Modelo interdisciplinar de educación STEM (Toma y Greca, 2017, p. 394)



Para el análisis de las actividades se consideraron las cinco fases propuestas en el Modelo Interdisciplinar de Educación STEM, estableciendo 13 indicadores, con los cuales se busca obtener una mayor precisión al momento de su aplicación, los que se pueden observar en el apartado de resultados.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del estudio, los cuales se han dividido en dos partes. Primero, se ejemplifican y describen cada una de las variables y, en segundo lugar, se presentan los resultados según la presencia de cada uno de los trece indicadores de la pauta del *Modelo Interdisciplinar de Educación STEM*.

Invitación a la indagación. En esta fase del modelo se propone una actividad en que el estudiante debe aplicar conceptos académicos cotidianos, plantear variadas hipótesis que posteriormente validará o rechazará a través de las conclusiones obtenidas como fruto de la experimentación (Toma y Greca, 2017).

Ejemplo de ello se observa en la actividad de la Figura 2 (texto chileno), donde se presenta el objetivo de cada problema y las habilidades que buscan desarrollar en los estudiantes. Se dan a conocer los materiales para trabajar. Los niños plantean un problema, formulan una hipótesis, experimentan, registrar estadísticamente cada variación, organizar la información, y analizan numéricamente diferentes cambios, evalúan y comunican los resultados.

Es posible apreciar, como a través de imágenes se activa conocimientos previos, presentan fundamentos con los cuales identificarán la tarea solicitada en escenarios próximos al contexto de cada estudiante, motivándolos a fundamentar sus conclusiones con observaciones que pueden obtener del trabajo práctico. Estas actividades movilizan diferentes temas matemáticos, científicos y la utilización de la tecnología para lograr el desarrollo de los objetivos propuestos, por ejemplo, trabajo con unidades de tiempo, temperatura, cambios en el estado de la materia, entre otros.

Figura 2. Actividad fase 1 (Invitación a la indagación) (T2, p. 40)

TALLER de ciencias

Objetivo
Comprender la acción de la bilis y el jugo pancreático durante la digestión.

Habilidad
Plantear una hipótesis y validarla o rechazarla mediante las conclusiones de una experimentación.

Actitud
Colaborar responsablemente, respetando los aportes del equipo y evaluando el trabajo realizado.

Tiempo
45 minutos.

Precauciones

Materiales

- ✓ Vaso de precipitado de 250 mL.
- ✓ Cuchara
- ✓ 50 mL de aceite
- ✓ 10 mL de bilis al 1%
- ✓ 1 g de pancreatina
- ✓ Pipeta de 10 mL
- ✓ Varilla de agitación
- ✓ Agua tibia
- ✓ Reloj o cronómetro
- ✓ Termómetro
- ✓ Mechero, trípode y rejilla

Digestión de lípidos

Observar

Como vimos anteriormente, los lípidos pueden obtenerse de fuentes de origen animal (grasas), como la mantequilla o la leche entera, o de origen vegetal (aceites), como las paltas, el aceite de maravilla, los frutos secos o las aceitunas. Además de su importante función energética relacionada con el almacenamiento de energía, cumplen otras funciones, como regular procesos metabólicos y proporcionar ácidos grasos esenciales para el crecimiento y preservación de tejidos. Como vimos en la lección, en la primera porción del intestino delgado el jugo intestinal junto con el jugo pancreático y la bilis se mezclan con el quimo. Los jugos completan la digestión de los carbohidratos y proteínas, mientras que la bilis ayuda a disolver los lípidos para que sean asimilados fácilmente. Esto lo hace emulsionándolos, ya que son insolubles en agua, es decir, separando las grasas del agua para que se puedan mezclar.

Plantear un problema y formular una hipótesis

¿Por qué la bilis debe actuar en conjunto con el jugo pancreático para que ocurra la digestión?
Para responder, organicense en grupos y formulen una hipótesis. Luego, desarrollen la siguiente actividad experimental para validarla o rechazarla.

Experimentar

Realicen el siguiente procedimiento:

1. Tomen el vaso de precipitado y agreguen agua tibia hasta la mitad de su capacidad. El agua tibia será entregada por tu profesora o profesor. Precaución: siempre deben tener cuidado al trabajar con material de vidrio para evitar cortarse.
2. Viertan una cucharada de aceite al vaso con agua y registren sus observaciones.
3. Revuelvan suavemente la mezcla utilizando la varilla de agitación y observen lo que ocurre. Anoten sus observaciones.
4. Dejen reposar durante 5 minutos, observen y registren.
5. Agreguen, con la pipeta, 10 mL de bilis a la mezcla y revuelvan. Observen lo que sucede inmediatamente y al cabo de 5 minutos. Registren sus observaciones.
6. Finalmente, agreguen a la mezcla 1 g de pancreatina, caliéntenla hasta 37 °C y déjenla reposar por 3 horas. Precaución: para evitar quemaduras el calentamiento de la mezcla debe hacerse siempre bajo la supervisión del profesor o profesora. Observen lo que ocurre y anoten sus observaciones.

Indagación guiada. Como ejemplo mostramos las actividades de la Figura 3 (texto chileno). Los estudiantes realizan una experimentación siguiendo las indicaciones del profesor (Toma, y Greca 2018). En ellas, los estudiantes deben realizar un experimento con las indicaciones dadas. Se presentan los objetivos previamente establecidos y los diferentes dispositivos tecnológicos que utilizarán para dar solución al trabajo científico solicitado. El proceso de experimentación y manipulación de las sustancias, es acompañado del registro de cada variación que experimentan las sustancias y materiales ocupados. Estas actividades movilizan diversos objetos matemáticos como la medición de tiempo, transformación de unidades de medición, registro, representación datos, y aplicación de fórmulas físicas. Mediante estos talleres de fin de unidad, los estudiantes trabajan la ciencia a través de la manipulación de sustancias químicas, reacción de cuerpos al contacto de sustancias, requiriendo de la tecnología para lograr la precisión en el objetivo que se busca conseguir.

Figura 3. Actividad fase 2 (indagación guiada) (T2, p. 106)

TALLER de ciencias

Objetivo
Evidenciar el mecanismo de transporte de la membrana celular.

Habilidad
Explorar y analizar fenómenos.

Actitud
Disposición, proactividad y responsabilidad para realizar un trabajo en equipo.

Tiempo
60 minutos.

Precuciones

Materiales:

- ✓ 200 g de cloruro de sodio
- ✓ Agua destilada
- ✓ Balanza
- ✓ 2 vasos de precipitado de 250 mL
- ✓ 3 tubos de ensayo en una gradilla
- ✓ 1 pipeta graduada de 10 mL
- ✓ 1 colador
- ✓ Papa
- ✓ Lápiz marcador

Transporte de agua en células vegetales

Observar

La osmosis es un mecanismo posible de percibir mediante diversos fenómenos que acontecen en nuestro entorno. Por ejemplo:

- ¿Has observado las diferencias que hay entre una lechuga sola lavada y otra que fue aliñada con sal, al cabo de un tiempo? ¿A qué podría deberse?
- ¿Cómo se puede evidenciar el transporte de agua en muestras de células vegetales?
- Si pudieras medir la masa de una célula en un medio isotónico y luego en un medio hipotónico, ¿qué resultados esperarías?

Plantear un problema y formular una hipótesis

Formen grupos de trabajo de tres a cinco estudiantes. Luego, lean la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo varía la masa de distintos trozos de papa al ubicarlos en un medio hipotónico, hipertónico e isotónico? Planteen una hipótesis que les permita dar respuesta al problema planteado.

Experimentar

Realicen el siguiente procedimiento para intentar responder el problema de investigación.

1. Numeren los tubos de ensayo del 1 al 3.
2. Agreguen en cada tubo 10 g de papa picada en pequeños y delgados trozos iguales. **Precución:** Su profesora o profesor cortará las papas, para evitar que ustedes se corten.
3. Con la pipeta añadan a cada tubo los volúmenes de disolución que se indican. **Importante:** Su profesora o profesor les dará las indicaciones para preparar las disoluciones de cloruro de sodio.
 - ✓ Tubo 1: 10 mL de agua destilada.
 - ✓ Tubo 2: 10 mL de disolución de cloruro de sodio al 5%.
 - ✓ Tubo 3: 10 mL de disolución de cloruro de sodio al 50%.
4. Dejen los tubos a temperatura ambiente durante 15 minutos.
5. Utilizando el colador, viertan el contenido de cada tubo para retirar los trozos de papa y midan su masa. Registren sus resultados.



Tubo 1: medio hipotónico
Tubo 2: medio isotónico
Tubo 3: medio hipertónico

Indagación abierta. Esta fase se puede observar en las actividades presentes en la Figura 4 (texto español), los estudiantes continúan con la atención en el problema presentado, realizando experimentaciones en los cuales no son guiados por el profesor (Toma, 2018), en la cual, los estudiantes deben realizar el mayor número de manipulaciones, registro e interacción con sus pares, ya que permite formular nuevas preguntas, hipótesis y discutir sobre resultados encontrados. Matemáticamente trabajan el concepto de fuerza asignando un determinado valor numérico según las propiedades elásticas de algunos de los materiales, registran y organizan en tablas estadísticas de los diferentes resultados obtenidos, trabajan con transformaciones de unidades de medición para obtener un lenguaje común. Las actividades solicitadas cumplen con las características de esta fase de indagación abierta, comunicando e interactuando sus impresiones personales sobre la validez, análisis de los resultados y conclusiones obtenidas post experimentación. La tecnología es utilizada para registrar a través de los dispositivos móviles las diferentes oscilaciones generadas en el péndulo y la elongación experimentada por los resortes.

Figura 4. Actividad fase 3 (Indagación abierta) (T4, p. 166)


TRANSFORMACIONES Y TRANSFERENCIAS DE ENERGÍA

A. PROPIEDADES DE LA ENERGÍA

¿Qué necesitas?

- Soporte con barra
- Bola de péndulo
- Cuerda
- Soportes con nuez
- Guías metálicas

¿Cómo se hace?



1. Haz un péndulo. Coloca guías metálicas en la nuez de cada uno de los dos soportes de forma que estén a la misma altura.
2. Coloca el péndulo entre las dos guías de forma que estén equidistantes y en el mismo plano vertical que el péndulo.
3. Asegúrate de que las distancias son las adecuadas llevando la bola del péndulo a una guía y a la otra.
4. Cuando todo esté en su sitio, lleva el péndulo hasta una guía y suéltalo.
5. Observa el movimiento de la bola en las sucesivas oscilaciones.
6. Observa las oscilaciones del péndulo hasta que se para.

ACTIVIDADES

1. Dibuja el movimiento del péndulo desde que sale de la primera guía hasta que se acerca a la segunda. Explica las transformaciones de energía que se producen.
2. El péndulo que sueltas cerca de la primera guía, ¿logra alcanzar la altura de la segunda guía?
3. ¿Por qué se acaba parando el péndulo? ¿Qué ha pasado con su energía?

Resolución del problema inicial. En la Figura 5 (texto chileno) observamos diversos ejemplos de actividades para esta fase. Los estudiantes dan solución al problema presentado inicialmente (Toma y Greca, 2017). Se pide resolver un problema basándose en la previa indagación guiada y lo experimentado en la indagación abierta, contrastar los hallazgos y descripciones obtenidos previamente, para dar solución al problema original y la hipótesis generada en las etapas previas del estudio. Nuevamente observamos que matemáticamente se aplican las unidades de medición, tiempo, temperatura y volumen; representación de datos e información (completar tabla de datos); razones y proporciones; álgebra (ecuaciones y lenguaje algebraico); para resolver el problema. La ciencia se encuentra presente en los diversos cambios y evoluciones que sufren los cuerpos al estar constantemente sometidos cambios físicos y de estado, diferentes aparatos tecnológicos son aplicados en el desarrollo de estas investigaciones, logrado de esta forma manipular elementos específicos del área científica y tecnológica.

Figura 5. Actividad fase 4 (resolución del problema inicial) (T1, p. 220)

TALLER de ciencias

Precauciones

Objetivo
Explicar el comportamiento de un gas considerando su temperatura y volumen.

Habilidad
Conducir una investigación experimental.

Actitud
Trabajar en forma colaborativa.

Tiempo
60 minutos.

Materiales

- ✓ tapon de goma perforado en el centro
- ✓ soporte universal con pinza de nuez
- ✓ vaso de precipitado de 1 L
- ✓ botella plástica de 500ml
- ✓ jeringa sin aguja
- ✓ termómetro
- ✓ cronómetro
- ✓ tubo en L
- ✓ mechero
- ✓ trípode
- ✓ rejilla
- ✓ agua

Relación entre la temperatura y el volumen de un gas

Observar

¿Qué ocurre con el volumen de un gas cuando varía su temperatura? Busca información y/o imágenes en las que se aborden fenómenos que involucren los cambios de estas dos variables en un gas, a presión constante. Puedes utilizar los contenidos que estudiaste en la página 209. Luego, a partir de la información que recopilaste, describe el comportamiento de los gases frente a las variaciones de temperatura y volumen.


Plantear un problema y formular una hipótesis

Reúnete con dos compañeros o compañeras y, a partir de la observación y descripción que cada uno realizó en la etapa anterior, plantea una pregunta o problema que les permita guiar la investigación que se propone en estas páginas. A continuación, formulen una hipótesis que responda la pregunta que plantearon. Escríbala en sus cuadernos.

Experimentar

Procedimiento

1. Ubiquen el tapon de goma dentro del gollito de la botella. Procuren que quede bien firme.
2. Introduzcan el brazo más largo del tubo en L en el orificio del tapon. Luego, conecten el otro extremo del tubo en la jeringa. Acógiense de que esto último no tenga aire.
3. Agreguen agua al vaso de precipitado hasta completar aproximadamente la mitad de su capacidad.
4. Depositen la botella al interior del vaso de precipitado. Posteriormente, afimen la jeringa con la pinza de nuez del soporte universal, de tal manera que logren realizar el montaje de la imagen de la izquierda.
5. Prendan el mechero, con la ayuda de su profesor o profesora, y calienten la botella que está al interior del vaso de precipitado a baño María durante 10 minutos. Registren utilizando el termómetro, la temperatura y el volumen del gas (posición del émbolo de la jeringa) cada minuto. Para ello fijen, con algún soporte, el termómetro y procuren que ese no toque el fondo ni las paredes del vaso. Tengan mucho cuidado al usar el mechero. Realice este experimento con la supervisión de su profesor o profesora.



Evaluación. La quinta fase se ejemplifica en las actividades de la Figura 6 (texto chileno). Los estudiantes comunican los resultados del trabajo (Toma, 2018). En este indicador se busca que los estudiantes apliquen soluciones a los problemas presentados en las fases antes trabajadas, exponer los resultados y conclusiones sobre las investigaciones desarrolladas a modo de valorar los resultados obtenidos, es decir, es la conclusión final que implica un estudio de todos los pasos previos, concretando la solución definitiva al problema inicialmente planteado. Para ello recurre a objetos matemáticos como el trabajo con números enteros, elementos de álgebra (lenguaje algebraico y ecuaciones), geometría (volumen, superficie y densidad), proporcionalidad (intensidad y voltaje); y la representación de datos e información como forma de ordenar y representar las conclusiones de cada paso.

Figura 6. Actividad fase 5 (evaluación) (T2, p. 144)

TALLER de ciencias

Objetivo
Observar circuitos eléctricos en serie y en paralelo para obtener conclusiones sobre la luminosidad.

Habilidad
Comparar circuitos eléctricos en serie y en paralelo de acuerdo a su luminosidad.

Actitud
Trabajar colaborativamente, dando ideas y contribuyendo con posibles soluciones a problemas.

Tiempo
60 minutos.

Precauciones

Materiales

- ✓ 2 pilas AA
- ✓ 1 portapilas doble
- ✓ 2 ampolletas de 1,5 V con base conectora
- ✓ 1 interruptor
- ✓ 1 metro de cable conector

Explorando distintos tipos de circuitos

Observar
Como vimos en las páginas anteriores, un circuito eléctrico se forma al unir un conjunto de dispositivos que permiten la circulación de la corriente eléctrica. La ley de Ohm relaciona la diferencia de potencial, la resistencia y la corriente eléctrica en un circuito, y explica cómo estas variables definen el comportamiento del circuito.

Plantear un problema y formular una hipótesis
Reúnanse en parejas y lean la siguiente pregunta de investigación: Si en un circuito se conecta una cantidad fija de ampolletas, primero en serie y luego en paralelo, a una misma fuente de corriente continua, ¿cuál de los circuitos producirá más luminosidad? Formulen una hipótesis para dar respuesta a la pregunta planteada.

Experimentar
En los mismos grupos consigan: dos pilas AA de 1,5 V, portapilas, medio metro de cable delgado, dos ampolletas de linterna de 2,5 V, dos portaampolletas y un interruptor pequeño. Realicen el siguiente procedimiento.

1. Utilizando la simbología de los componentes de un circuito (presentada en la página 142), construyan el circuito de la imagen A. Observen y registren sus datos.
2. Cierren el interruptor y observen lo que ocurre.
3. Cambien la posición de las ampolletas y presionen el interruptor.
4. Desconecten una de las ampolletas y vuelvan a cerrar el circuito.
5. Ahora, construyan el circuito de la imagen B y repitan los pasos 2, 3 y 4.



A través del trabajo desarrollado con ciencia y tecnología es posible responder a diversos fenómenos que se plantean como son los circuitos eléctricos y la ley de Ohm, logrando de esta forma introducir ideas de Física a una temprana edad, también la utilización de corriente de diferente potencia mediante los circuitos eléctricos construidos, medición de magnitudes pensadas de forma indirecta, volumen de gotas de agua a través de dispositivos tecnológicos, etc.

A modo de resumen se presenta la Tabla 2, donde se advierte la presencia de cada indicador en los libros de texto analizados.

Como resultado se puede evidenciar que el indicador 5.1 (Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe aplicación tecnológica del descubrimiento al problema) sólo se observa en el texto chileno de 8° (T2). De igual forma, las fases 1 y 2 se presentan en las actividades de cada

uno de los textos estudiados. Es posible apreciar que el desarrollo de las fases iniciales 1, 2 y 3 se manifiestan en cada nivel analizados, logrando estar presente parcialmente en los estudiantes la educación STEM. Por otro lado, las fases 4 y 5 se presentan de forma esporádica en textos chilenos y españoles. Se destaca que en el texto de 7° en la unidad 2 y 4 (¿qué cambios estoy experimentando? y ¿por qué cambia nuestro planeta?, respectivamente) no existe el taller de ciencia para aplicar con los estudiantes el cierre de la unidad trabajada.

Tabla 2. Frecuencia (y porcentaje) de presencia de los indicadores STEM por curso y total

Fases/ Indicador	T1	T2	Total	T3	T4	Total
1. Invitación a la indagación						
1.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades para el planteamiento de problemas de ingeniería	4(100)	5(100)	9(100)	2(17)	9(100)	11(52)
2. Indagación guiada						
2.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el uso de dispositivos tecnológicos (tecnología)	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
2.2. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el diseño un experimento (ciencia)	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
2.3. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo la realización de un experimento (ciencia)	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
2.4. Las unidades o temas del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el registro de datos (matemática)	4(100)	5(100)	9(100)	8(67)	9(100)	17(81)
2.5. Las unidades o temas del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el análisis e interpretación de resultados (matemática)	3 (75)	5(100)	9(88,9)	7(58)	9(100)	16(76)
3. Indagación abierta						
3.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM donde existe la discusión de los resultados	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
3.2. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales los alumnos exponen al grupo sus resultados	4(100)	4 (80)	9(88,9)	12(100)	9(100)	21(100)
3.3. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe el momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución del problema	3 (75)	2 (40)	9(55,6)	4(33)	9(100)	13(62)

Fases/ Indicador	T1	T2	Total	T3	T4	Total
4. Resolución del problema inicial						
4.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe una conexión con los aprendizajes previos y los nuevos aprendizajes	3 (75)	1(20)	9(44,4)	12(100)	9(100)	21(100)
4.2. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales el alumno crea su material	0(0)	1(20)	9(11,1)	11(92)	9(100)	20(95)
4.3. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM donde existe la instancia para generar la solución al problema	0(0)	3(60)	9(33,3)	1(8)	9(100)	10(48)
5. Evaluación						
5.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe aplicación tecnológica del descubrimiento al problema	0(0)	1(20)	9(11,1)	0(0)	0(0)	0 (0)

5. Conclusiones

Una de las necesidades del sistema escolar actual es la integración de contenidos y áreas del saber, con el propósito de generar aprendizajes de calidad y transversales en diferentes asignaturas que intervienen en el proceso de instrucción. En el contexto de educación chilena, las Bases Curriculares de Educación General Básica (MINEDUC, 2012) señalan la importancia de iniciar de manera temprana la educación científica, desarrollar en los estudiantes un conjunto de habilidades y destrezas definidas en directrices curriculares de matemática, ciencia y tecnología que ayudarán a potenciar el trabajo científico y el desarrollo de competencias en áreas STEM. De igual forma, el currículo español (MECD, 2015) profundiza el trabajo de habilidades matemáticas y competencias básicas en ciencia y tecnología como una sola, promoviendo la interacción con el mundo físico y el entorno.

En particular, las ciencias, en los cursos considerados en este estudio, presentan una oportunidad de motivar la interacción con diferentes disciplinas en una misma situación. Una opción para enfrentar interdisciplinariedad es incentivar e implementar el trabajo en competencias y habilidades STEM, el que relaciona de manera directa ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. Por ejemplo, si este modelo se considerara en el inicio y cierre de cada tema del currículo escolar se rompería el bloqueo hacia la actividad de aprender de las áreas en cuestión y, haría posible, desde el punto de vista curricular,

introducir una visión de ciencia integrada.

Con este trabajo se ha querido detectar la presencia de actividades con una estructura STEM en libros de texto según el modelo de Toma y Greca (2017). Resultados de este trabajo evidencian la presencia de este tipo de actividades en los libros analizados, aunque aún son escasas. En particular, se observa una baja presencia de las fases 4 (resolución del problema inicial) y 5 (evaluación), que coinciden con ser éstas las que requieren un mayor grado de trabajo, conocimiento y desarrollo por parte de los estudiantes, y que con el paso de los cursos deberían ser más frecuentes.

De igual manera los resultados permiten observar coincidencias en los indicadores de: presencia de actividades STEM utilizando para su desarrollo el uso de dispositivos, el diseño un experimento y realización del mismo; los que pertenecen a la fase de indagación guiada. Además, se presentan actividades donde existe la discusión de los resultados. Por otro lado, los indicadores menos frecuentes son las relacionadas con la existencia de un momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución del problema (55,6% y 61,9% en textos chilenos y españoles), la generación de solución al problema (33,3% y 47,6%) y la aplicación tecnológica del descubrimiento al problema (11% y 0%).

Pérez (2018) establece la perspectiva STEM como novedosa y, sin lugar a dudas, destaca las bondades didácticas que debemos considerar. Los resultados señalan que existe una proximidad entre las actividades sugeridas y el desarrollo de habilidades STEM. Sin embargo, al no evidenciar las últimas fases del modelo propuesto, nos muestran la carencia que existe en las actividades de fin de unidad para maximizar el potencial de la tecnología en experimentos o trabajos prácticos.

Lo innovador de este enfoque es la concepción formativa e integrada de los contenidos, habilidades y destrezas de las diversas áreas científicas en las cuales se desarrollan los aprendizajes STEM.

De esta forma, este modelo está llamado a fortalecer áreas científicas disminuidas y, de esta manera, hacer frente a nuevos desafíos que depara una sociedad tecnológicamente avanzada.

AGRADECIMIENTOS

Beca CONICYT PFCHA 72190253, Beca CONICYT PFCHA 72150306 y Beca CONICYT BCH-Magister 73171153.

REFERENCIAS

- ACUNA, C. M. (2012). STEM, STEAM, proyectos educativos integrales y olimpiadas de química: métodos que buscan convencer a los jóvenes de que la ciencia es útil para todos. En G. Pinto y M. Martín (Eds.), *Enseñanza y divulgación de la Química y la Física* (pp. 221-226). Madrid: Irbergarceta.
- ACOSTA, L. B. (2017). La nanotecnología un mundo a través del método científico. *Revista Teinova*, 1, 85-92.
- ÁVILA-BARAY, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. México D.F.: Eumed.
- CALDERÓN, P., MONDACA, F., MORALES, K. y VALDEBENITO, S. (2017). *Texto del estudiante Ciencias Naturales 8º Básico*. Santiago: SM.
- CAMPBELL, E., IRIBERRI, S., MORALES, K., SALAMANCA, R. y SANGUEZA, I. (2017). *Texto del estudiante Ciencias Naturales 7º Básico*. Santiago: SM.
- CÓRDOVA, D. (2012). El texto escolar desde una perspectiva didáctica/pedagógica, aproximación a un análisis. *Investigación y Postgrado*, 27(1), 195-222.
- CORNEJO, J. (2006). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 357-370.
- CORNEJO, J. y LÓPEZ-ARRIAZU, F. (2005). El libro de texto de ciencias naturales como documento histórico. En S. Gvirtz (Ed.), *Anuario de la Sociedad Argentina de Historia de la Educación* (Vol. 6, pp. 171-185). Buenos Aires: Prometeo.
- DEWITT, J., OSBORNE, J., ARCHER, L., DILLON, J., WILLIS, B. y WONG, B. (2013). Young children's aspirations in science: the unequivocal, the uncertain and the unthinkable. *International Journal of Science Education*, 35(6), 1037-1063.
- DÍAZ-LEVICÓY, D. y ROA, R. (2014). Análisis de actividades sobre probabilidad en libros de texto para un curso de básica chilena. *Revista Chilena de Educación Científica*, 13(1), 9-19.
- DÍAZ-LEVICÓY, D., ARTEAGA, P. y CONTRERAS, J. M. (2017). Conflictos semióticos potenciales sobre gráficos estadísticos en libros de texto de Ciencias Naturales de Educación Primaria chilena. *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra*, 905-912.
- DÍAZ-LEVICÓY, D., GIACOMONE, B. y ARTEAGA, P. (2017). Caracterización de los gráficos estadísticos en libros de texto argentinos del segundo ciclo de Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(2), 299-326.
- DÍAZ-LEVICÓY, D., PINO, C., SEPÚLVEDA, A. y CRUZ, A. (2016). Gráficos estadísticos en libros de texto chilenos de Ciencias Naturales. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(4), 75-96.
- DUQUE, M., TIBERIO, J., GÓMEZ, M. y VÁSQUEZ, C. (2011). Pequeños científicos program: Stem k5-k12 education in Colombia. En IEEE (Ed.), *Proceedings*

- Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 46-49). Ewing, NJ: IEEE.
- FADZIL, H. M. y SAAT, R. M. (2014). Enhancing STEM Education during School Transition: Bridging the Gap in Science Manipulative Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 209-218.
- FERRANDO, I., HURTADO, A. y BELTRÁN, M. J. (2018). Formación STEM en el grado de maestro: una experiencia docente. *@tic. Revista d'Innovació Educativa*, 20, 35-42.
- GÜEMES, R. (1994). *Libros de texto y desarrollo del currículo en el aula. Un estudio de casos* (Tesis Doctoral). Universidad de La Laguna, Tenerife, España.
- HERBEL, B. A. (2007). From intended curriculum to written curriculum: Examining the "voice" of a mathematics textbook. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(4), 344-369.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw Hill.
- HODSON, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- KILPATRICK, J., SWAFFORD, J. y FINDELL, B. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics*. Washington, DC: NAP.
- LÓPEZ-VALENTÍN, D. M. y GUERRA-RAMOS, M. T. (2013). Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para Educación Primaria utilizados en México. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 173-191.
- MINEDUC (2012). *Bases Curriculares. Educación Básica*. Santiago: MINEDUC.
- MECD (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 25, 6986-7003.
- NARANJO, G. y CANDELA, A. (2010). Del libro de texto a las clases de Ciencias Naturales: la construcción de la ciencia en el aula. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano*, 6(1), 1-34.
- PERALES, F. J. y JIMÉNEZ, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- PÉREZ, J. (2018). Un viaje en el tiempo por la alfabetización científica en España. *Didácticas Específicas*, 18, 144-166.
- POMILIO, C. J., MIÑO, M., BRIGNONE, N. E., GARCÍA, G., TELESNICKI, M., FASS, M., FILLOY, J., CUETO, G., FERNÁNDEZ, M. S. y PÉREZ, A. (2016). Análisis de actividades sobre estadística descriptiva en libros de Educación Media: ¿Qué se pretende que los estudiantes aprendan? *Educação Matemática Pesquisa*, 18(3), 1345-1364.
- RODRÍGUEZ-PINERO, M., SÁNCHEZ, D. y VIDAL, M. (2017). *Texto del estudiante. Física y Química 2º ESO*. Madrid: Santillana.
- TOMA, R. B. (2018). Integrando la programación computacional en el enfoque STEM:

- Un ejemplo sobre la calidad del agua. En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrà (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 115-136). Madrid: Dextra.
- TOMA, R. B. y GRECA, I. M. (2017). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 391-395). Ourense: Educación Editorial.
- TOMA, R. B. y GRECA, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- TSUPROS, N., KOHLER, R. y HALLINEN, J. (2009). *STEM education: a project to identify the missing components*. Pittsburgh, PA: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach.
- VÁSQUEZ-GIRALDO, A. L. (2014). *Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento Computacional basado en educación STEM para la media técnica en Desarrollo de Software* (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- VIVES, F., MELÉNDEZ, I., GARRIDO, J., MADRID, M. y RODRÍGUEZ-PINERO, M. (2015). *Texto del estudiante. Biología y Geología 1º ESO*. Madrid: Santillana.

AUTORES DEL ARTÍCULO

CRISTIAN FERRADA, es profesor de Educación General Básica (UCM). Postítulo en Educación Matemática (UCM). Máster en Didáctica de la Matemática (UGR). Doctorando en Ciencias de la Educación (UGR). Línea de Investigación: Ciencias Experimentales y Educación para la Sostenibilidad.
Orcid: orcid.org/0000-0003-2678-7334
ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Cristian_Ferrada
Universidad de Granada, España
Correo electrónico: adarref@correo.ugr.es

DANILO DÍAZ-LEVICÓY, es profesor de Matemática y Computación (ULAGOS). Magister en Ciencias de la Educación, Mención Currículum y Evaluación (ULEONES) y Máster en Didáctica de la Matemática (UGR). Doctor en Ciencias de la Educación (UGR). Línea de Investigación: Didáctica de la Matemática y la Estadística.
Orcid: orcid.org/0000-0001-8371-7899
ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Danilo_Diaz-Levicoy
Correo electrónico: dddiaz01@hotmail.com

NORMA SALGADO-ORELLANA, es profesora de Educación Especial y Diferenciada (UCM). Máster en Intervención Psicopedagógica (UGR). Doctoranda en Ciencia de la Educación (UGR). Línea de Investigación: Diagnóstico, Evaluación e Intervención Psicoeducativa.

Orcid: orcid.org/0000-0003-1775-5402

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Norma_Salgado2

Universidad de Granada

Correo electrónico: nsalgado@correo.ugr.es

3.4. Comentarios finales

Por una parte, hemos analizado diversos textos escolares ya sea de España como de Chile. En los textos de ambos países encontramos similitudes que corresponden a realidades que valoramos algunas como positivas y otras como negativas; dentro de las últimas destaca la necesidad de incrementar las imágenes, actividades o trabajos que busquen un despertar temprano de las ciencias, ingeniería, tecnología o matemáticas. Por una parte, el libro de texto es aún esencial en las aulas y generalmente marca una guía de trabajo tanto para profesores como para padres, quienes al momento de reforzar encuentran en los textos escolares una referencia para comprender y reforzar aprendizajes, siendo un vínculo directo para con lo enseñado en el aula. Creemos que una forma de formular una estrecha relación entre las prácticas educativas efectivas, es acercar a los estudiantes a contextos desafiantes y reales, es en este caso en donde vemos el potencial de ciencias y matemática de forma transversal, ya que a menudo el día a día nos depara desafíos constantes que involucran estas áreas como ejes centrales para la resolución de problemas. Sin lugar a duda, la profundidad o integración de dichas actividades STEM en las actividades presentes en los libros, constituye una construcción de una base científico-tecnológica, la cual necesariamente tiene que ser inculcada a una temprana edad escolar, lo cual mediante nuestros análisis observamos que desafortunadamente es una constante que aumenta de forma gradual a la edad de los estudiantes, siendo escasa o nula en los primeros y fundamentales años iniciales educativos. En definitiva, conforme a nuestros análisis podemos señalar que el texto es y seguirá siendo la expresión didáctica del currículo formal, el cual es trabajado diariamente en las escuelas y es ahí en donde necesariamente tiene que explotar el carácter científico, desafiante, tecnológico, sistemático de actividades con un enfoque STEM en donde los alumnos y mediante un acompañamiento de los maestros busquen y encuentren soluciones a las actividades propuestas.

Capítulo 4. Diseño, implementación y evaluación del proyecto CISOGRA

4.1. Presentación Artículos 5, 6 y 7

A continuación, presentamos las actividades propuestas para nuestra intervención mediante el proyecto CISOGRA, el cual a través de 17 actividades propuestas y estrechamente relacionadas a los contenidos curriculares de ciencias de la naturaleza y matemáticas y objetivos propuesto por la Junta de Andalucía propone diversas actividades con un marcado enfoque STEM, elementos de la sostenibilidad y la robótica como agente motivacional para la programación y el logro de los objetivos trazados en cada una de las sesiones diseñadas. De esta forma proporcionamos diversos criterios de evaluación ya sea en ciencias o matemáticas que nos facilitaran el trabajo diario de retroalimentación entre estudiantes y profesor. De igual forma cada planificación de las actividades está estrechamente vinculado con un indicador de competencias que busca como finalidad despertar en trabajo permanente con los alumnos, finalmente cada una de estas sesiones tiene una duración de 90 minutos, en donde conjuntamente trabajamos nuestro proyecto y facilitamos herramientas para finalizar deberes o actividades pendientes de la clase formal, vinculando directamente las clases de la mañana con la práctica de nuestro proyecto y contextualizando las temáticas trabajadas a modo de refuerzo académico.

4.2. Diseño y planificaciones proyecto CISOGRA



CISOGRA-Robotics

Ciudad Sostenible Granatensis- Robotics



CISOGRA-ROBOTICS



<https://cisogra.webnode.es/>

Índice Actividades MBOT

<i>Actividades</i>	<i>Página</i>
1. Actividad 1: Montaje del robot	2 - 5
2. Actividad 2: Actividad 2: Aplicaciones móviles del Mbot	6 - 8
3. Actividad 3: Recorrido y desplazamiento libre robot Mbot	9 – 11
4. Actividad 4: Plano y montaje ciudad sostenible, conductor de electricidad y circuito eléctrico 1	12- 14
5. Actividad 5 Ciudad Sostenible: "circuito eléctrico"	15 – 18
6. Actividad 6 Ciudad Sostenible: "Panel eléctrico temático"	19 – 21
7. Actividad 7: Ciudad Sostenible: "eficiencia y ahorro energético"	22 – 26
8. Actividad 8: Ciudad Sostenible: "Diseño, creatividad y prueba en ciudad sostenible", variaciones de alimentación de energía al robot.	27 – 30
9. Actividad 9: Plano y montaje ciudad sostenible: "recorrido del robot Mbot con sensor sigue línea y Scratch"	31 – 34
10. Actividad 10: Plano y montaje ciudad sostenible: Energía Solar y termómetro Logger Pro.	35 – 37
11. Actividad 11: Plano y montaje ciudad sostenible: Energía Eólica.	38 – 40
12. Actividad 12: Plano y montaje ciudad sostenible: "Sistema de Riego por Goteo, jardines Verticales y termómetro casero"	41 – 45
13. Actividad 13: Ciudad Sostenible: "Diseño, creatividad y prueba en ciudad sostenible", variaciones de alimentación de energía al robot.	46 -49
14. Actividad 14: Distribución y planificación "ciudad sostenible y reciclaje"	50 – 52
15. Actividad 15: Carrera robots, coche casero propulsado por aire y sensor de movimiento LoggerPro	53 – 56
16. Actividad 16: Marcador eléctrico y fútbol entre robots	57 – 60
17. Actividad 17: Ciudad Sostenible: "presentación final"	61 - 65

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 1
Montaje del robot

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.4. Reconocer los atributos que se pueden medir de los objetos y las unidades, sistema y procesos de medida; escoger los instrumentos de medida más pertinentes en cada caso, haciendo provisiones razonables; expresar los resultados en las unidades de medida más adecuada, explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y aplicándolo a la resolución de problemas.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/COMPETENCIAS
5.1. Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema.	C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.	CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.).
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/COMPETENCIAS
Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas" 1.6. Desarrollo de estrategias personales para resolver problemas, investigaciones y proyectos de trabajo, y decisión sobre la conveniencia o no de hacer cálculos exactos o aproximados en determinadas situaciones, valorando el grado de error admisible. Bloque 3: "Medidas": 3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud. 3.3. Elección de la unidad más adecuada para la realización y expresión de una medida. 3.5. Estimación de longitudes y superficies. 3.6. Realización de mediciones. 3.19. Interés por utilizar con cuidado y precisión diferentes instrumentos de medida y por emplear unidades adecuadas.	C.E.3.7. Seleccionar instrumentos y unidades de medidas usuales para realizar mediciones, haciendo previamente estimaciones y expresando con precisión medidas de longitud, superficie, peso, masa, capacidad, volumen y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito.	MAT.3.7.1. Efectúa estimaciones previas a medidas de longitud, superficie, peso, masa, capacidad, volumen y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito.
DURACIÓN	90 Minutos	

Los estudiantes trabajarán elementos básicos de la electricidad a través de diversos circuitos eléctricos que forman la estructura del robot Mbot, fortaleciendo la confianza entre pares al descubrir soluciones para montar y hacer funcionar al robot.

Relación de las actividades con STEM

S

Elementos de la electrónica, energía de consumo en máquinas autónomas.

T

Robots y sensores de propios del robot (sigue líneas, obstáculo y luces LED)

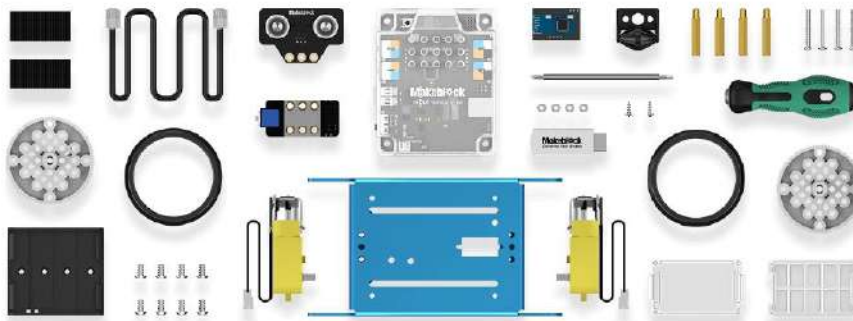
E

Montaje, ensamblaje y diseño de robot, chequeo de funcionamiento.

M

Desplazamientos, ángulos de giro, superficie y longitudes

MATERIALES: Placa mCore, estructura metálica principal, motores, ruedas, sensor de obstáculos, sigue líneas, porta pilas, pilas, tornillos, tuercas, cables de conexión.



Para introducir a los alumnos dentro de los elementos articuladores principales del proyecto CISOGRA, cada grupo de trabajo reciben un robot Mbot, material con el cual tendrán que trabajar y conocer sus componentes en cada una de las sesiones establecidas, una de las finalidades es dominar el montaje y conocer las partes que dan funcionamiento como base de la robótica educativa.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

CONCEPTOS: para iniciar la actividad, es necesario presentar los siguientes conceptos con los cuales se trabajará.

¿Qué es un robot?, ¿Qué es y como programar?, ¿Qué es la energía?, ¿Qué es movimiento?, ¿Qué es fuerza?, ¿Scratch?, ¿App?, ¿sensores de movimiento, sonido?, ¿para qué sirve la placa mCore?

De esta forma se genera una introducción al tema y de forma paralela se refuerzan conceptos o conocimiento que los estudiantes tengan sobre el montaje y funcionamiento de un robot programable.

PLANIFICACIÓN:

Una vez que los estudiantes se organizan en grupo de 4 alumnos/as, proceden a la entrega de roles para cada integrantes, es importante que cada participante posea un rol único, dentro de los cuales encontramos: 1) mediador: encargado de aclarar dudas y solucionar diferencias entre los integrantes del grupo. 2) presentador: será el alumno/a que dará a conocer al resto de la clase las principales conclusiones u observaciones más relevantes de la actividad, 3) almacenaje y distribución: responsable del material que se proporciona, cuida, ordena y distribuye los diferentes elementos que se entregaran

en cada una de las clases. 4) Secretario: Encargado de registrar principales registros, novedades o variables que se aplicaron a cada experimento.

Posteriormente los grupos analizan la siguiente información entregada por los tutores del proyecto CISOGRA, con la cual tendrán que trabajar en los futuros retos o desafíos.

Presentación del robot y principales elementos de este, a través un video en el cual se dan a conocer las potencialidades del robot y aplicaciones móviles con las cuales se trabajaran.

Analizan en proyector multimedia el siguiente enlace <https://youtu.be/9QpyVylSHno>, identifican el potencial del robot y las múltiples aplicaciones que posee.

Reconocimiento de sensores y placa mCore con los cuales se trabajara, función de estos e instrucción sobre montaje y cuidado de sus elementos, circuitos integrados, puertos de entrada para motores y sensores. Dentro de los cuales tenemos:

- 1) *Sensor de obstáculo*: su función principal es identificar los obstáculos, genera una interacción entre el robot y los elementos que rodean el ambiente, se instala en el frontis del robot permitiendo organizar las actividades a través de desafíos en circuitos de recorrido generado.
- 2) *Sensor sigue línea*: se instala en la parte inferior del chasis, detecta líneas continuas de color negro, pueden ser curvas o rectas; con las cuales se sigue un recorrido previamente planificado.
- 3) *Sensor de Luz*: incorporado al interior de la placa mCore, permite identificar la luz, con la cual es posible generar una interacción entre el robot y los estímulos lumínicos que se presentan.



Una vez reconocidos los elementos del robot Mbot, los alumnos desarrollan, con ayuda de los mentores, el montaje de cada uno de sus componentes, se entregan instrucciones sobre los pasos para ir ensamblando sus partes según la estructura original.



Mediante el siguiente enlace, es posible obtener en cada móvil la guía usuario Mbot: <https://drive.google.com/open?id=17aSzwx-kLFcmOH05DLIG-0-LB1v24OCC>, la cual es un complemento para despejar dudas existentes sobre el montaje del robot.

Una vez montado el robot y posteriormente encendido, los alumnos identifican las funciones del mando a distancia que posee, colocan la pila según la polaridad solicitada (+ o -) y exploran en la configuración preestablecida de este; Modo de control remoto manual:

- Botón A, Modo de esquiwa obstáculos.
- Botón B, Modo de seguidor de línea.
- Botón C, Botones de avance, retroceso, izquierda y derecha.
- Botones del 1 al 9, control de velocidad.

Posteriormente los alumnos desarrollan los primeros movientes con el robot, según ordenes entregadas por ellos. Calculando distancias recorridas, área de trabajo y perímetro que rodea el lugar de trabajo, las cuales son expresadas en diferentes sistemas de medición, registrando la información relevante sobre movimiento y desplazamiento.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD.

Los alumnos, junto a los mentores, ordenan material, dejando los robots montados fuera de su caja original, las piezas sobrantes conjuntamente con las herramientas del armado se guardan al interior de la caja original. Para finalizar los estudiantes responden a preguntas tales como:

¿Cuál es la diferencia de un robot autónomo y un juguete controlado?, ¿qué sucede las pilas no se montan según su polaridad?, cual es la velocidad máxima que puede llegar alcanzar el robot?, ¿la velocidad y la distancia serán proporcional a la duración de su batería? ¿Qué diferencia existe entre la duración de una pila alcalina y una convencional?

Es importante realizar una conexión con diferentes elementos de las ciencias naturales; en donde trabajamos de forma directa contenidos académicos tales como: circuitos electrónicos, energía, movimiento, fuerza, velocidad. De igual forma el área de matemática conecta contenidos curriculares tales como: elementos de medición, ángulos, proporción y el sistema de numeración en su conjunto.

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 2
Aplicaciones móviles del Mbot

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.4. Reconocer los atributos que se pueden medir de los objetos y las unidades, sistema y procesos de medida; escoger los instrumentos de medida más pertinentes en cada caso, haciendo previsiones razonables; expresar los resultados en las unidades de medida más adecuada, explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y aplicándolo a la resolución de problemas.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 5: "La tecnología, los objetos y las máquinas":</p> <p>5.1. Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema.</p>	<p>C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.</p>	<p>CN.3.8.1 Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.). (CMCT, CCL, CD, CAA, SIEP).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas"</p> <p>1.2. Resolución de problemas de la vida cotidiana en los que intervengan diferentes magnitudes y unidades de medida (longitudes, pesos, capacidades, tiempos, dinero...), con números naturales, decimales, fracciones y porcentajes.</p> <p>Bloque 3: "Medidas":</p> <p>3.16. Medida de ángulos: El sistema sexagesimal.</p> <p>3.17. El ángulo como medida de un giro o abertura.</p> <p>3.19. Interés por utilizar con cuidado y precisión diferentes instrumentos de medida y por emplear unidades adecuadas.</p>	<p>C.E.3.9. Conocer el sistema sexagesimal para realizar cálculos con medidas angulares, explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y la estrategia utilizada.</p>	<p>MAT.3.9.1. Conoce el sistema sexagesimal. (CMCT).</p> <p>MAT.3.9.2. Realiza cálculos con medidas angulares explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y la estrategia utilizada. (CMCT, CCL).</p>
DURACIÓN	90 minutos	

A través de la interacción con diferentes aplicaciones, previamente instaladas en los móviles o tablets, los estudiantes realizan diversas interacciones y experimentos con los robots, siendo capaces de dar respuesta a problemas y retos presentados de forma de estimular su capacidad de respuesta

Relación de las actividades con STEM



Las maquinas y su entorno, construcción y funcionamiento.



Robots y programación de aplicaciones móviles.



Montaje, ensamblaje y diseño de robot, chequeo de funcionamiento.



Desplazamientos, ángulos de giro, superficie y longitudes

MATERIALES: Robot Mbot, Móvil y tablets con aplicaciones instaladas (mBlock y Makeblock), pilas Doble AA.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Mediante la siguiente actividad, los estudiantes comenzaran el trabajo de programación y dominio de las funciones complementarias al robot, bajo diversas aplicaciones que son instaladas en los dispositivos, ejecutan la manipulación de los robots, entregando órdenes para su movimiento.

CONCEPTOS: para iniciar la actividad, es necesario presentar los siguientes conceptos con los cuales se trabajará.

¿Qué es una Apps?, ¿Qué es bluetooth?, ¿Cómo vincular un móvil con una placa mCore?, ¿cómo funciona Scratch?, ¿puedes descargar una Apps?

De esta forma, se busca conocer el dominio previo de los estudiantes en el lenguaje de programación y manipulación de móviles o tablets. Luego de la presentación de la actividad, los estudiantes junto con los tutores, realizan una nivelación de los conceptos que se trabajar, la idea fundamental es que los participantes de esta sesión manejen un lenguaje común de conocimientos.

PLANIFICACIÓN

Los diferentes integrantes de los equipos de trabajo refuerzan los elementos con los cuales cuenta el robot, practican 15 minutos con instrucciones de desplazamiento y alternancia de velocidades que son enviadas a través del mando, conjuntamente ejecutan diferentes funciones de los sensores, las cuales son preestablecidas en el programa de funcionamiento del robot. Posteriormente realizan revisión de componentes y que estos se encuentren correctamente conectados, verifican funcionamiento de cada uno y su calibración de velocidades.

Analizan el siguiente enlace, mediante el cual observan una introducción a la manipulación de Apps en el robot Mbot

Enlace: <https://youtu.be/kg3slvzYULM>

Luego de visualizar el video, identifican en los móviles las aplicaciones con las cuales se trabajaran para la programación de órdenes que el robot debe ejecutar.

- a) App mBlock: representa un nivel inicial, con la cual, se inicia la etapa de programación y vinculación con el robot a través de soportes a distancia.

Los estudiantes interactúan a través de la opción Creative, con la cual, programan pequeños recorridos, funcionamiento de las luces, control de movimientos y velocidades, entre otros.

Como segunda acción y luego de dominar el robot desde el móvil, completan las diferentes etapas en el modo Story, mediante la cual, trabajan con diferentes bloques de ordenes en un entorno de trabajo

Scratch, con lo cual los participantes comienzan el trabajo de programación mediante una indagación guiada a través de la experimentación de bloques o comandos de acción.



- b) App Makeblock: a través de esta aplicación, se busca que los estudiantes, desarrollen diferentes movimientos programados al robot, en una ambiente de trabajo Scratch, realizan giros en 90°, miden distancia en el plano, según recorrido que se requiera, alternancia en velocidades de los motores, etc. Lo principal de esta actividad es la creatividad y experimentación de los alumnos a través de estas aplicaciones de trabajo, no existe el error en lo generado, ya que la actividad es libre y busca generar una conexión entre el estudiante, robot y el lenguaje Scratch



Luego de programar diferentes recorridos, los estudiantes con la ayuda de transportadores, se verifican los ángulos de giro del robot, se hace especial énfasis en la clasificación de estos, de igual manera se refuerzan elementos de medición y superficie de desplazamiento del robot, variación entre distancia recorrida y velocidad empleada en los desplazamientos generando estableciendo conexiones con la ciencia.

CIERRE DE LA ACTIVIDAD

Una vez programados los primeros recorridos de los robot, los mentores junto a los alumnos, reconocen los aprendizajes del día de hoy, identifican lo importante de entregar un programación específica al robot ejecutando de forma autónoma, reconocen diversos conceptos matemáticos necesarios para la programación, identifican la importancia de la ciencia y la tecnología en los avances en materia de robótica. Responden para finalizar preguntas tales como:

¿De qué forma el robot puede incorporar en nuestras vidas? ¿Dónde interactuamos con robot en el día a día?, ¿es la robótica una herramienta del futuro?, ¿podrá el robot reemplazar algunas labores del hombre? ¿Existe una relación entre la velocidad del robot y el tiempo de llegada a su destino? ¿Si agregamos carga extra en el chasis del robot, la velocidad aumentara o disminuirá?

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 3
Recorrido y desplazamiento del Mbot

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.4. Reconocer los atributos que se pueden medir de los objetos y las unidades, sistema y procesos de medida; escoger los instrumentos de medida más pertinentes en cada caso, haciendo previsiones razonables; expresar los resultados en las unidades de medida más adecuada, explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y aplicándolo a la resolución de problemas.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Bloque 5: "La tecnología, los objetos y las máquinas" 5.1. Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema.</p>	<p>C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.</p>	<p>CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.). (CMCT, CCL, CD, CAA, SIEP).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas" 1.6. Desarrollo de estrategias personales para resolver problemas, investigaciones y proyectos de trabajo, y decisión sobre la conveniencia o no de hacer cálculos exactos o aproximados en determinadas situaciones, valorando el grado de error admisible.</p> <p>Contenidos: Bloque 3: "Medidas": 3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud y superficie. 3.3. Elección de la unidad más adecuada para la realización y expresión de una medida. 3.5. Estimación de longitudes y espacios conocidos.</p>	<p>E.3.7. Seleccionar instrumentos y unidades de medidas usuales para realizar mediciones, haciendo previamente estimaciones y expresando con precisión medidas de longitud, superficie, y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito.</p>	<p>MAT.3.7.1. Efectúa estimaciones previas a medidas de longitud, superficie y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito. (CMCT, CCL). MAT.3.7.2. Selecciona instrumentos y unidades de medida usuales para realizar mediciones, expresando con precisión medidas de longitud, superficie y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito.(CMCT, CAA, CCL).</p>
DURACIÓN	90 minutos	

A través de las siguientes actividades, los estudiantes lograran ejecutar comandos previamente planificados, consiguiendo que los robots busquen solucionar desafíos de forma autónoma, resolviendo los retos presentados previamente.

Relación de las actividades con STEM

S

Elementos de la electrónica, energía de consumo en máquinas autónomas.

T

Robots y sensores de propios del robot (sigue líneas, obstáculo y luces LED)

E

Montaje, ensamblaje y diseño de robot, chequeo de funcionamiento.

M

Desplazamientos, ángulos de giro, superficie y longitudes

MATERIALES: Robot Mbot, Móvil con aplicación Makeblock, pilas Doble AA, planos sigue líneas, folios blancos, cinta aislante negra, Aplicación Velocímetro GPS, Medidor de distancia.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

CONCEPTOS: para iniciar la actividad, es necesario presentar los siguientes conceptos con los cuales se trabajará, de esta forma se busca conectar los aprendizajes previos de los estudiantes con los aprendizajes esperados para esta sesión.

¿Qué es movimiento?, ¿Qué es perímetro?, ¿Qué es superficie?, ¿Qué es velocidad?, ¿Cómo está la robótica inmersa en nuestras vidas? ¿Qué es una batería alcalina? ¿Qué energía es más eficiente para hacer funcionar el robot?, ¿de qué depende la velocidad de un coche?

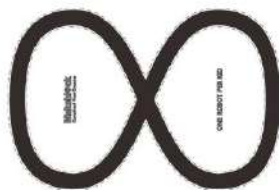
PLANIFICACIÓN

Una vez recibidos los robots, los estudiantes comprueban el funcionamiento y los respectivos sensores. De manera previa, analizan el siguiente video en el enlace, trabajo con sigue líneas: <https://youtu.be/ATCOdND1Qkw>

De forma grupal, los estudiantes en folios blancos diseñan diferentes recorridos que tendrá que ejecutar el robot una vez ordenada la instrucción de sigue línea.

Desarrollan posibles correcciones o calibraciones a cada dispositivo, dibujan en folios blancos diversos bosquejos de recorridos trabajando el concepto de escala, para posteriormente transcribir a planos de sigue líneas la propuesta final, en donde los alumnos con cinta aislante construirán su propio sigue línea, para los cual deben considerar la medición de distancia recorrida, ángulos de giro, superficie a trabajar y longitud de la línea negra utilizada. A través de la indagación, los estudiantes formulan diferentes propuestas, encuentran regularidades para los circuitos generados.

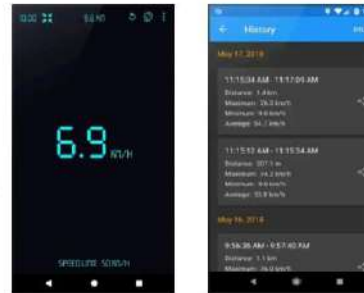
Una vez construidos los diferentes recorridos sigue líneas, entre los grupos de trabajo de la clase, interactúan cambiando entre si los planos diseñados, posteriormente desarrollan actividades de medición de tiempo al efectuar cada recorrido, para lo cual interactúan con las 9 velocidades que nos entrega en mando, destacando las variaciones de tiempo y distancia.



Como actividad de análisis, los estudiantes utilizan la aplicación instalada en los móviles denominada "Velocímetro" (milla o Kilometro), para ello estudian variaciones entre velocidad y distancia en los recorridos ejecutados, definen una velocidad máxima aplicada en cada circuito recorrido.

Enlace descarga aplicación

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fragileheart.gpspeedometer>



CIERRE DE LA ACTIVIDAD.

Al momento de cerrar la actividad del día de hoy, los estudiantes refuerzan diversos desafíos de la clase, exponen sus mapas de recorrido, explicando la superficie de desplazamiento, el perímetro recorrido analizado en diversas unidades de medición, velocidad promedio alcanzada, menores tiempos en recorrer el circuito.

Es importante comprender que estos circuitos serán la base por la cual el robot se moverá, una vez construida nuestra ciudad sustentable.

Una de las ideas centrales en esta actividades es que los alumnos comprendan y apliquen diversos elementos de la ingeniería, la cual esta aplicada a un contexto de ciudad sustentable.

Se invita a los alumnos a responder diversas preguntas establecidas a lo trabajado, tales como:

¿Por qué el robot sigue las líneas negras?, ¿un plano con inclinación reducirá la velocidad del robot?, ¿el ancho de la línea negra, interfiere con nuestro recorrido? ¿Es posible programar mediante comando (Scratch) los recorridos?

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 4
Plano y montaje Ciudad Sostenible, conductores de electricidad y circuito eléctrico 1

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.7. Comprender la importancia del progreso científico, con el fin de valorar su incidencia y trascendencia en la mejora de la vida cotidiana de todas las personas y en el progreso de la sociedad como conjunto.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y valorar la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía": 4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p>	<p>C.E.3.5. Conocer las leyes básicas que rigen algunas reacciones químicas, así como los principios elementales de algunos fenómenos físicos a través de la planificación y realización de sencillas experiencias e investigaciones, elaborando documentos escritos y audiovisuales sobre las conclusiones alcanzadas y su incidencia en la vida cotidiana.</p>	<p>CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL). CN.3.5.2. Realiza experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre la transmisión de la corriente eléctrica: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, montando, realizando, extrayendo conclusiones, comunicando resultados y aplicando conocimientos de las leyes básicas que rigen este fenómeno. (CMCT, CCL, CD, CAA). CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas": 1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso. Bloque 3: "Medidas" 3.5. Estimación de longitudes, capacidades, masas, superficies y volúmenes de objetos y espacios conocidos. 3.6. Realización de mediciones.</p>	<p>C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.</p>	<p>MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP). MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).</p>
DURACIÓN	90 minutos	

Una de las finalidades principales de la actividad de hoy, es que los estudiantes trabajen de forma concreta con elementos de la electricidad, desarrollando circuitos eléctricos según sus necesidades. De esta forma podrán resolver diferentes retos que se presentaran en las clases siguientes.

Relación de las actividades con STEM



Materia y energía.
Efectos de la electricidad, conductores y aislantes eléctricos



Robots y sensores de propios del robot, principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica.



Montaje y diseño de circuitos eléctricos.



Resuelven y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas y tratamiento de la información

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: Plano ciudad, bombillas, cables de corriente, pilas, interruptores, conectores.

CONCEPTOS: al momento de comenzar la actividad, es necesario unificar diferentes los conceptos elementales para esta sesión. De esta forma, responden a preguntas tales como:
¿Qué es una ciudad sostenible? ¿Qué es una fuente de energía? ¿Qué son las energías renovables? ¿Qué es la conciencia ambiental? ¿Qué es un circuito eléctrico? ¿Cómo se encienden las bombillas?
En base a las respuestas que entregan los estudiantes, se exponen diferentes definiciones sobre circuitos electrónicos, símbolos que son utilizados para representar un circuito, entre otros.

PLANIFICACIÓN

Una vez reforzado diferentes elementos y conceptos que formaran parte de una ciudad sostenible, los estudiantes analizan el plano, en el cual se edificara la futura ciudad sostenible.

Dentro de los elementos a considerar para la construcción tenemos:

- Distribución de criterios de la urbanización, principales edificaciones, según la ciudad que se requiera construir (modelos).
- Dibujar plano de la ciudad a modo de escala (viviendas, edificios públicos, hospitales, centros culturales, áreas verdes), considerando las superficies que posteriormente tendrá cada edificio.
- Presentar diferentes soluciones urbanísticas que mejoren condiciones de tránsito, fuentes de ahorro energético y renovables.
- Dibujar el circuito eléctrico que establecerá el alumbrado público, con la cual se iluminaran las construcciones, establecerán criterios para comprender patrones en serie y en paralelo, dependiendo de la luminosidad que se requiera.
- Determinar los recursos que se utilizaran en construcción, realizar estimaciones de los materiales necesarios para ejecutar cada una de las instalaciones.

Una de las ideas centrales de esta actividad es el trabajo colaborativo, para lo cual se dan posibles soluciones a problemas presentados en la actividad grupal.

Luego de tener diseñados los planos (bosquejos), que serán la base de la ciudad final, los alumnos desarrollan diferentes pruebas con bombillas alimentadas con energía solar, conexión de bombillas a interruptores y fuentes de energía recargables (pilas).

Principales actividades:

- 1.- Diseñan y construyen, con elementos simples (pila, Bombillas pequeñas, cables e interruptor), un circuito en serie y otro en paralelo.
- 2.- Comparan potencial y funcionamiento de realizar circuitos eléctricos en serie y paralelo.
- 3.- Explican, utilizando estrategias de síntesis, las ventajas de emplear circuitos en paralelo en las instalaciones eléctricas domiciliarias.
- 4.- Realizan cálculos matemáticos necesarios en una investigación experimental, no experimental o documental, entre otras, considerando los materiales a emplear ya sea para la instalación de cada una de las superficies que se desea implementar o para organizar el presupuesto de materiales necesarios.

Realicen el siguiente procedimiento.

- 1.- Utilizando la simbología de los componentes de un circuito, construyan el circuito que se muestra en la imagen siguiente. Observen y registren sus datos.
- 2.- Cierren el interruptor y observen lo que ocurre.
- 3.- Cambien la posición de las bombillas y presionen el interruptor.
- 4.- Desconecten una de las bombillas y vuelvan a cerrar el circuito.
- 5.- Ahora, construyan el circuito de la imagen B y repitan los pasos 2, 3 y 4



CIERRE DE LA ACTIVIDAD.

Para finalizar la actividad y a modo de evaluar lo trabajado por los alumnos, responde las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué semejanzas y diferencias hubo al conectar por primera vez cada uno de los circuitos?
- 2.- ¿Qué ocurrió con la luminosidad si cambia de posición las bombillas de ambos circuitos?
- 3.- ¿Pasó lo mismo cuando se desconectó una bombilla en cada circuito? Expliquen.
- 4.- Considerando el circuito en serie, ¿las bombillas presentaron diferencias en su intensidad luminosa?
- 5.- ¿Qué sucedió con la intensidad luminosa en las bombillas conectadas en paralelo?
- 6.- Al comparar la luminosidad de las bombillas de ambas conexiones, ¿en qué tipo de circuito las ampolletas consiguen una mayor luminosidad?
- 7.- ¿Qué relación se podría establecer entre la intensidad en la luminosidad de la bombilla y la intensidad de la corriente?
- 8.- ¿Cuál de las conexiones utilizarían para distribuir las bombillas en la ciudad sostenible?

De esta forma, los grupos presentan las experiencias más significativas del trabajo, analizan de forma grupal los diferentes elementos que considera la ejecución de un circuito eléctrico y las variables que surgen en relación a la intensidad luminosa y duración de las baterías; según el encendido en relación a las horas de utilización y la capacidad de planificar al momento de ejecutar un proyecto que involucre la construcción de un circuito.

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 5
Ciudad Sostenible: "circuito eléctrico"

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
<p>O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.</p> <p>O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.</p>		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
<p>O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.</p>		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS (C.N)
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p> <p>4.2. Diferentes formas de energía.</p> <p>4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p>	<p>C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.</p>	<p>CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL).</p> <p>CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)</p> <p>CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso.</p> <p>Bloque 3: "Medidas"</p> <p>3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud y superficie.</p> <p>3.3. Elección de la unidad más adecuada para la realización y expresión de una medida.</p> <p>3.6. Realización de mediciones.</p>	<p>C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.</p>	<p>MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP).</p> <p>MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).</p>

Con la finalidad que los estudiantes adquieran elementos básicos de electricidad y el desarrollo de circuitos eléctricos, trabajaran en la confección de proyectos para la alimentación energética a los edificios representativos de la ciudad sostenible, logrando adquirir competencias necesarias para enfrentar los desafíos propuestos.

Relación de las actividades con STEM



Desarrollo, planificación de circuitos eléctricos y variaciones en luminosidad.



Instalación de interruptores, bombillas y componentes electrónicos



Diseño, distribución y ejecución de planificación en instalación eléctrica



Calcular dimensiones de longitud y superficie, previa instalación eléctrica

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: 2 pilas AA, 1 porta pilas doble, 2 bombillas de 1,5 V con base conectora, 1 interruptor, doce bombillas de 1,5 V, cuatro pilas (D) de 1,5 V, cinco metros de cable aislado, un destornillador pequeño, un trozo de cartón forrado de 40 cm x 25 cm y cinta aisladora.

CONCEPTOS: para establecer una relación con el montaje de la ciudad sostenible y los conocimientos previos de los alumnos, se desarrolla la siguiente actividad, de forma tal de nivelar las habilidades manuales y teóricas sobre conexiones y montaje de pequeños circuitos eléctricos. De forma conjunta se realizan diversas preguntas a los estudiantes, buscando despertar en ellos; diferentes conocimientos sobre esta temática, la cual está presente en todos los hogares de los estudiantes de forma directa.

¿Qué es un circuito? ¿Cómo se conecta una pila a una bombilla? ¿Cómo funciona un interruptor? ¿Pueden estar dos pilas conectadas a una bombilla?

De esta forma, los aprendizajes o vivencias previas de los alumnos se asocian a los objetivos que se buscan generar la actividad.

PLANIFICACIÓN

Como una forma de experimentar el trabajo manipulativo, los estudiantes planifican previamente, diversos circuitos eléctricos en serie y paralelos, los cuales montaran en las edificaciones que forman parte de nuestra ciudad sostenible; considerando energía eléctrica; diferencia de potencial de energía; intensidad de corriente; resistencia eléctrica; eficiencia energética. Del mismo modo, identifican los principales dispositivos que deben estar presentes en un circuito eléctrico domiciliario, en donde encontramos; enchufes, interruptores, conexión a tierra, colores de los cables que se utilizan y dispositivos de seguridad. De esta forma construyen un modelo simple de instalación eléctrica domiciliaria, en donde observan detalladamente circuitos eléctricos en serie y en paralelo para obtener conclusiones sobre la luminosidad. Un rol clave para esta actividad esta asignada al trabajo realizado de forma colaborativa, contribuyendo solucionar problemas que se presentan.

La primera actividad busca establecer un pequeño circuito e identificar algunas regularidades y variables que surgen al introducir algunos elementos anexos al funcionamiento:

Actividad 1: Circuitos eléctricos

Utilizando un par de Bombillas de 1,5 V, un interruptor y una fuente de poder (pila), construyen circuitos eléctricos diferentes, para lo cual dibujan el bosquejo y luego proceden a construirlo dependiendo los resultados de los experimentos realizados.

De manera grupal, y para Comparar materiales, realizan la siguiente actividad; con materiales tales como: cuchara de metal, cuchara plástica, trozo de cobre, trozo de aluminio, lápiz plástico, goma de

borrar y lápiz de madera, montan un circuito simple: pila de 1,5 V, un metro de cable delgado, huincha aisladora, porta bombilla pequeño, bombilla de 2,5 V, de forma tal de registrar variaciones que logren detectar en los circuitos generados.

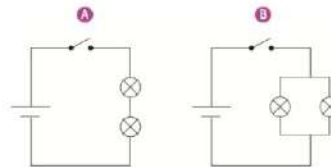


Para establecer un aprendizaje conceptual, en el cual dominen algunas definiciones técnicas, se analiza la composición de un circuito eléctrico y la simbología utilizada para su representación, el cual se forma al unir un conjunto de dispositivos que permiten la circulación de la corriente eléctrica. La ley de Ohm relaciona la diferencia de potencial, la resistencia y la corriente eléctrica en un circuito, y explica cómo estas variables definen el comportamiento del circuito.

En los grupos de trabajo, reflexionan acerca de la siguiente pregunta de investigación: Si en un circuito se conecta una cantidad fija de bombillas, primero en serie y luego en paralelo, a una misma fuente de corriente continua, ¿cuál de los circuitos producirá más luminosidad?

A través del proceso de experimentación, realizan la siguiente actividad:

- 1.- Utilizando la simbología de los componentes de un circuito, construyan el circuito de la imagen A. Observen y registren sus datos.
- 2.- Cierren el interruptor y observen lo que ocurre.
- 3.- Cambien la posición de las bombillas y presionen el interruptor.
- 4.- Desconecten una de las bombillas y vuelvan a cerrar el circuito.
- 5.- Ahora, construyan el circuito de la imagen B y repitan los pasos 2, 3 y 4.



Para cada uno de los circuitos, completen una tabla con las categorías: mayor luminosidad, menor luminosidad, igual luminosidad. Guíense por la siguiente tabla. Además, pueden incluir otras observaciones.

	Al conectar el circuito la primera vez	Al cambiar de posición las bombillas	Al desconectar una bombilla
Circuito de Serie			
Circuito paralelo			

Como una forma de analizar los resultados de forma previa, los estudiantes contestan las siguientes preguntas, las cuales servirán para continuar el trabajo y solucionar posibles errores.

- 1.- ¿Qué semejanzas y diferencias hubo al conectar por primera vez cada uno de los circuitos?
- 2.- ¿Qué ocurrió con la luminosidad al cambiar de posición las bombillas de los circuitos?
- 3.- ¿Sucedió lo mismo al desconectar una bombilla en cada circuito?
- 4.- Considerando el circuito en serie, ¿las bombillas presentaron diferencias en su potencial lumínico?
- 5.- ¿Qué sucedió con la intensidad luminosa en las bombillas conectadas en paralelo?
- 6.- Al comparar la luminosidad de las bombillas de ambas conexiones, ¿en qué tipo de circuito las bombillas consiguen una mayor luminosidad?

Como actividad final, los alumnos trabajan en la construcción de un modelo simple de una instalación eléctrica domiciliar, para ello analizan un circuito eléctrico domiciliario y comparan experimentalmente los circuitos eléctricos en serie y en paralelo. Identifican los principales dispositivos que deben estar presentes en un circuito eléctrico domiciliario, posteriormente montan un modelo simple de una instalación eléctrica domiciliar, utilizando los siguientes materiales interruptores, bombillas de 1,5 V, pilas, un porta pilas, cable aislado y cinta aisladora. Para ello, deben considerar la cantidad de

habitaciones, su distribución y cuáles son las necesidades de energía eléctrica del hogar. Es importante comprender que una instalación eléctrica domiciliar es un sistema complejo, que debe ser realizado solo por personas capacitadas. A continuación, se modelará una instalación eléctrica domiciliar.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

A modo de cierre de la actividad, los alumnos reflexionan sobre la importancia de un circuito eléctrico y la distribución necesaria de estos en los espacios habitados, como se relacionan sus componentes entre sí y el entorno, los diferentes componentes eléctricos que intervienen y como estos interactúan con el medio ambiente, en los cuales se generan cambios de estado de la materia, de igual forma emplean diversos recursos estadísticos para organizar los materiales que utilizaran y los diferentes presupuestos utilizados para cada proyecto. Posteriormente responde las siguientes preguntas:

¿Qué relación se podría establecer entre la intensidad en la luminosidad de la bombilla y la intensidad de la corriente eléctrica?

¿Cuál de las conexiones utilizarían para distribuir las bombillas en una casa?

¿De qué forma esta actividad aporta para entender los contenidos sobre circuitos eléctricos?

Realicen una comparación cualitativa entre circuitos eléctricos en serie y paralelo.

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 6
Ciudad Sostenible: "Panel eléctrico temático"

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
<p>O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.</p> <p>O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.</p>		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
<p>O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.</p>		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS (C.N)
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p> <p>4.2. Diferentes formas de energía.</p> <p>4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p>	<p>C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.</p>	<p>CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL).</p> <p>CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)</p> <p>CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso.</p> <p>Bloque 3: "Medidas"</p> <p>3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud y superficie.</p> <p>3.3. Elección de la unidad más adecuada para la realización y expresión de una medida.</p> <p>3.6. Realización de mediciones.</p>	<p>C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.</p>	<p>MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP).</p> <p>MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).</p>

Para lograr que los estudiantes refuercen elementos básicos de la electricidad y los circuitos eléctricos, trabajaran en la confección de un panel eléctrico didáctico en base a reconocer elementos asociados al método científico y conceptos trabajados en las clases anteriores, tales como: robótica (componentes Mbot), electricidad, recursos energéticos, estrategias sustentables, entre otros.

Relación de las actividades con STEM



Circuitos y conexiones eléctricas, variaciones en luminosidad.



Utilización de materiales y recursos de almacenamiento tecnológicos



Planificación de circuito y encendido de bombillas



determinar dimensiones de longitud y superficie, previa instalación eléctrica

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: 3 metros de cable paralelo, 45 encuadernadores, Bombilla y porta bombillas, Pila de petaca 4,5, Dos clips, Punzón, Tijeras y pegamento, un trozo de cartón forrado de 60 cm x 40 cm, cinta aisladora y Pictogramas y palabras sobre concepto que se requiere trabajar.

CONCEPTOS: a modo de profundizar los aprendizajes a través de experiencias con la electricidad y generación de circuitos, los alumnos trabajan en el diseño de diferentes paneles temáticos, incorporando los contenidos curriculares que se trabajaran. De forma conjunta se realizan diversas preguntas a los estudiantes, buscando despertar en ellos; diferentes conocimientos sobre esta temática. ¿Qué es un circuito? ¿Cómo se conecta una pila a una bombilla? ¿es posible hacer conexiones eléctricas con materiales reciclados?

De esta forma, los aprendizajes o vivencias previas de los alumnos se asocian a los objetivos que se buscan generar la actividad.

PLANIFICACIÓN

Una vez organizados los grupos de trabajo, la primera actividad será generar los pictogramas o fotografías con los elementos curriculares que corresponderá trabajar, en donde necesariamente tienen que estar asociados dos elementos para poder generar el contacto eléctrico de los polos + y -, generando el encendido de la bombilla.



Como segundo paso, esta la preparación del panel en donde se montara el circuito eléctrico y sus conexiones, para los cual es necesario preparar el tablero, pintar el panel según características, pegar los pictogramas sobre la plataforma, fijar con adhesivo transparente al panel para evitar desgaste de sus materiales.



En el tercer paso, los estudiantes trabajan en Cableado de pictograma, hacer agujeros a cada imagen, cortar cada trozo de cable adecuado a la distancia entre pictograma y palabra y fijan encuadernadores que tienen la finalidad de producir el contacto eléctrico



Para finalizar la actividad, los grupos de trabajo realizan el Cableado con la bombilla y petaca, hacer tres agujeros para la bombilla y dos para la salida de cables, unir con cable el centro de la bombilla con un extremo de la petaca, uno de los laterales de la bombilla va a ser una de las salidas, otro extremo de la petaca va hacia la otra salida, Colocar imperdibles en los dos extremos del cable y realizar las pruebas, de esta manera los electrodos con los cuales realizaremos el contacto encenderá la bombilla si la respuesta es correcta.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

Para finalizar la actividad, un representante de cada grupo de trabajo realiza una demostración del tablero desarrollado, posteriormente los grupos intercambian los materiales, de esta forma cada estudiantes interactúa con el material realizado y los contenidos curriculares en la cual se basa la actividad. Posteriormente y a modo de síntesis responde las siguientes preguntas:

¿De qué forma se genera la conexión eléctrica? ¿Qué otros materiales podría incluir en los tableros temáticos?

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 7
Ciudad Sostenible: "eficiencia y ahorro energético"

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
<p>O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.</p> <p>O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.</p>		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
<p>O.MAT.1. Plantear y resolver de manera individual o en grupo problemas extraídos de la vida cotidiana, de otras ciencias o de las propias matemáticas, eligiendo y utilizando diferentes estrategias, justificando el proceso de resolución, interpretando resultados y aplicándolos a nuevas situaciones para poder actuar de manera más eficiente en el medio social.</p> <p>O.MAT.2. Emplear el conocimiento matemático para comprender, valorar y reproducir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana, en un ambiente creativo, de investigación y proyectos cooperativos y reconocen su carácter instrumental para otros campos de conocimiento.</p>		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p>	<p>C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.</p>	<p>CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD).</p> <p>CN.3.7.2. Identifica y describe los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad, exponiendo posibles actuaciones para un desarrollo sostenible. (CMCT, CCL, CD, CAA, CSYC).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.11. Desarrollo de actitudes básicas para el trabajo matemático: esfuerzo, perseverancia, flexibilidad, estrategias personales de autocorrección y espíritu de superación, confianza en las propias posibilidades, iniciativa personal, curiosidad y disposición positiva a la reflexión sobre las decisiones tomadas y a la crítica razonada, planteamiento de preguntas y búsqueda de la mejor respuesta, aplicando lo aprendido en otras situaciones y en distintos contextos, interés por la participación activa y responsable en el trabajo cooperativo en equipo.</p> <p>Bloque 5: "Estadística y Probabilidad"</p> <p>5.2. Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando</p>	<p>C.E.3.3. Desarrollar actitudes personales inherentes al quehacer matemático, planteando la resolución de retos y problemas con precisión, esmero e interés. Reflexionar sobre los procesos, decisiones tomadas y resultados obtenidos, transfiriendo lo aprendido a situaciones similares, superando los bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.</p>	<p>MAT.3.3.1. Desarrolla actitudes personales inherentes al quehacer matemático, planteando la resolución de retos y problemas con precisión, esmero e interés. (CMCT, SIEP).</p> <p>MAT.3.3.2. Reflexiona sobre los procesos, decisiones tomadas y resultados obtenidos, transfiriendo lo aprendido a situaciones similares futuras, superando los bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas. (CMCT, CAA, CSYC, SIEP).</p>

técnicas elementales de encuesta, observación y medición. 5.4. Realización e interpretación de gráficos sencillos: diagramas de barras, poligonales y sectoriales.		
DURACIÓN	90 minutos	

Mediante la siguiente actividad se busca entregar elementos sobre eficiencia energética y consumo responsable en artículos electrónicos que los estudiantes encuentran en su día a día, de esta forma responderán con herramientas concretas a los diferentes retos que encontraran en las actividades presentadas para determinar la eficiencia energética y el consumo responsable.

Relación de las actividades con STEM

S	T	E	M
Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.	Utilización y montaje de instrumentos de medición, dispositivos móviles, programación robot Mbot	Construcción de instalaciones eléctricas que cumplan con función de ahorro energético.	Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: plano de la ciudad, Mbot, Móvil o Tablet, App Makeblock, lámpara, bombilla Leds, bombillas bajo consumo, bombillas incandescentes, bombillas halógenas, bombillas fluorescentes.

CONCEPTOS: como resultado de la organización de la ciudad sostenible y las diversas formas de alimentación de energía, es necesario poder verificar las diversas variaciones de consumo que existen entre una bombilla y otra, al igual que la eficiencia energética de los electrodomésticos utilizados a diario. Para esta actividad se mostraran varios tipos de bombillas que existen en el mercado, teniendo como finalidad que los estudiantes conozcan de forma directa las ofertas disponibles en el día de hoy y lo significativo que puede resultar la elección entre una y otra, ya sea en lo económico, consumo de energía y la relación con el medio ambiente. De forma conjunta se realizan diversas preguntas a los estudiantes, buscando despertar en ellos; diferentes conocimientos sobre esta temática, la cual está presente de forma directa en los hogares de los estudiantes.

Se realizan las siguientes preguntas:

¿Qué es una bombilla?, ¿existen diferentes tipos de bombilla?, ¿Cómo se mide la potencia de una bombilla?, ¿la capacidad lumínica, influye en el costo económico?, ¿la duración de una bombilla y el encendido, están relacionado?, ¿las bombillas, tienen las mismas bases o casquillos de conexión?

De esta manera, se refuerzan diferentes elementos, necesarios para conseguir los aprendizajes que trabajaremos, los cuales buscan conseguir un mayor grado de decisión al momento de escoger una bombilla, calcular e interpretar gráficos sobre consumo energético, analizar variables que afectan el consumo y como generar una conciencia energética, teniendo un beneficio a largo plazo en lo económico y una formación en educación ambiental.

PLANIFICACIÓN

Algunos contenidos a trabajar mediante el proceso de indagación guiada en las actividades propuestas para cada grupo de trabajo considera:

A modo de introducción, se presentan las siguientes bombillas de tipo Leds, bajo consumo, incandescentes, halógenas, fluorescentes. Se analiza ficha técnica con la duración en horas aproximada de cada una de ellas, consumo en watts, definiendo unidad de potencia utilizada para medir la energía entregada.

Con estos antecedentes desarrollan una inspección visual de las diferentes bombillas existentes en el edificio del colegio, mediante un diario de campo; registran las características de las bombillas, miden la superficie que se requiere iluminar, desarrollan un bosquejo; en el cual se especifica la superficie de iluminación y tipo de bombilla.



Posteriormente y como actividad de cada grupo de trabajo, los estudiantes disponen de una lámpara y las bombillas descritas anteriormente; proceden instalar cada bombilla en la lámpara realizando variados experimentos, registrando las variables que intervienen en cada una y los cambios que detectan de forma focalizada; tales como: intensidad de la luz, calor que entrega la bombilla, consumo de cada una, potencia eléctrica, entre otras.



Una vez realizada la actividad, los estudiantes observan los variados conectores o casquillos existentes para poder montar las bombillas y establecer la alimentación con la corriente. Determinan características de cada una, funcionalidad y estructura.



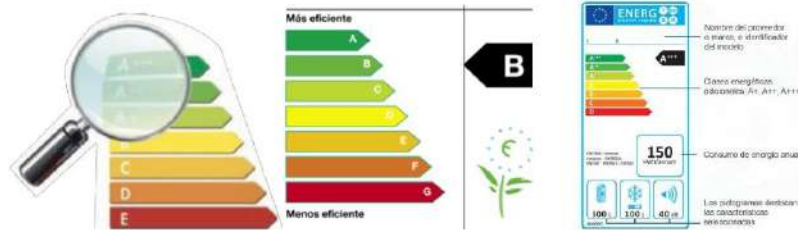
Luego de establecer un contacto con las diferentes formas de bombillas e iluminación existente en el mercado, realizan el desmonte de la estructura externa del Mbot, el objetivo es que los alumnos puedan identificar las diferentes luces Led (matriz Led) que existen incorporadas a la placa mCore de nuestro robot, ejecutan diversas pruebas experimentales de encendido y programación de colores mediante aplicación en los móviles.



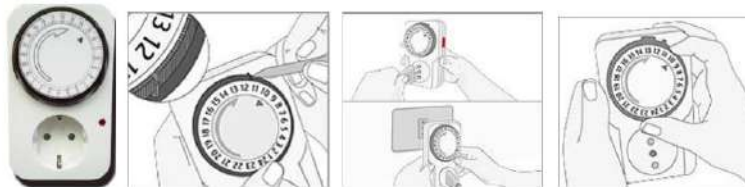
Mediante la programación en bloques a través del lenguaje de programación en base Scratch, los estudiantes de manera libre, programan el encendido de las luces del robot, trabajan variables tales como Tiempo, colores, encendido simultáneo o individual, etc.



Una vez programado el robot, cada estudiante recibe un modelo de etiqueta energética, analizan la forma de utilizar y lo significativo que resulta su interpretación al momento de comprar un artículo electrónico en relación a los beneficios económicos y medio ambientales. Responden a preguntas tales como ¿Qué es Eficiencia energética? ¿Al escoger un artefacto, consideras la información contenida en la etiqueta de eficiencia energética? Se presentan 5 artefactos electrónicos de utilización permanente en los hogares y se clasifican según su eficiencia.



Como una forma de estrategia para el ahorro energético, los estudiantes manipulan y comprenden el funcionamiento de los temporizadores energéticos. A través de ejercicios de encendido observan el funcionamiento, programación y beneficios que presenta esta estrategia de planificación de consumo.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD

Una vez finalizada las actividades, se destaca la importancia ambiental que posee la elección de una bombilla en relación al consumo energético. Lo significativo de leer e interpretar la información que se encuentra en etiqueta energética y como esta describe las potenciales características de cada equipo tecnológico. Finalmente analizan la programación de las luces de robot y como esta actividad puede ser replicada en sus hogares, considerando los avances en tecnología y reflexionando sobre la programación de bombillas en nuestros propios hogares. Posteriormente responde las siguientes preguntas:

- ¿existen diferentes bombillas?
- ¿todas las bombillas presentan el mismo casquillo?
- Influye la elección de la bombilla y la superficie que queremos iluminar.
- ¿es posible programar las bombillas del hogar?

- ¿todos los artículos electrónicos que compramos, poseen etiqueta energética?
- ¿Qué beneficios nos presenta un temporizador de energía?
- ¿En qué artefactos electrónicos utilizarías un temporizador?
- Ahorrar energía nos supondrá enfrentarnos a más frío o calor, en tu colegio o tu hogar existen medidas para economizar energía.

A través de los siguientes enlaces se presentan diferentes guías y manuales para profundizar en consumo energético y responsable con el medio ambiente

Guía de consumo energético de aparatos eléctricos

<https://drive.google.com/open?id=1pzka06J1FWlcoEeBVpeaQPh1jaSq-tgJ>

Guía consumo energía en España

https://drive.google.com/open?id=1CIRsyqQ8qcr0pKGanjVoSFC6L_zNzrQy

Guía práctica de consumo responsable

<https://drive.google.com/open?id=1sGvgPcqtUuVDwVheYZkovqW8cM2fc3ZE>

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 8
Ciudad Sostenible: "Diseño, creatividad y prueba en ciudad sostenible", variaciones de alimentación de energía al robot.

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
<p>O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos, mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.</p> <p>O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.</p>		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
<p>O.MAT.1. Plantear y resolver de manera individual o en grupo problemas extraídos de la vida cotidiana, de otras ciencias o de las propias matemáticas, eligiendo y utilizando diferentes estrategias, justificando el proceso de resolución, interpretando resultados y aplicándolos a nuevas situaciones para poder actuar de manera más eficiente en el medio social.</p> <p>O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y valorar la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.</p>		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p> <p>4.2. Diferentes formas de energía.</p> <p>4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p>	<p>C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.</p>	<p>CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD).</p> <p>CN.3.7.2. Identifica y describe los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad, exponiendo posibles actuaciones para un desarrollo sostenible. (CMCT, CCL, CD, CAA, CSYC).</p> <p>CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.). (CMCT, CCL, CD, CAA, SIEP).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso.</p>	<p>C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y</p>	<p>MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP).</p> <p>MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando</p>

Bloque 5: "Estadística y Probabilidad" 5.1. Gráficos y parámetros estadísticos: tablas de datos, diagramas de barras, diagramas lineales, diagramas poligonales y sectoriales. 5.2. Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.	conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.	medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).
DURACIÓN	90 minutos	

Como una forma de reforzar y evaluar los conceptos aprendidos, los estudiantes se organizan en diferentes estaciones de trabajo, demostraran diversas habilidades aprendidas durante el proyecto, siendo capaces de resolver a desafíos propuestos por sus pares a través de ejercicios prácticos en la ciudad sostenible por medio del robot Mbot.

Relación de las actividades con STEM



S
 La corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.



T
 Utilización de instrumentos de medición, dispositivos móviles, programación robot Mbot



E
 Planificación y construcción de instalaciones eléctricas que cumplan su función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo.



M
 Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: plano de la ciudad, pinturas, pegamento, Mbot, Móvil o Tablet, App Makeblock, paneles solares, generadores eólicos, representaciones de edificios públicos, bombillas, cables, pilas, batería litio.

CONCEPTOS:

Como una actividad de inicio, los alumnos identifican diferentes fuentes de alimentación eléctrica con las cuales se puede alimentar el robot, responden a preguntas tales como:

¿De las energías presentes en la ciudad sostenible, cuales son renovables? ¿Cuáles son las fuentes de energía? ¿Qué significa que una energía sea un recurso renovable o no renovable? ¿Qué influye en que exista una fuente de energía con mayor potencial que otra? ¿Cuál es la fuente de producción y almacenamiento energético más utilizada? ¿Cuál es la fuente de energía que alimenta el Robot Mbot? ¿Qué diferencia hay entre una pila convencional y una alcalina? ¿Qué es una batería de litio? ¿Un pila luego de ser utilizada afecta el medio ambiente? ¿Qué sucede si arrojamos una pila a un río?

PLANIFICACIÓN

Montaje de la ciudad sostenible, desarrollan implementación de sistemas de iluminación en edificios que conformaran nuestra ciudad sostenible y analizan las diferentes formas de proporcionar energía al robot, para ellos identifican las pilas y las baterías alcalinas y sus diferentes alternativas existentes en el mercado, destacando variables como duración, potencia de almacenamiento, costos e impacto en el medio ambiente una vez que no son utilizadas.



Batería Litio Mbot

Porta pilas doble AA Mbot

Como una forma de organizar la ciudad sostenible, los diferentes grupos de manera autónoma, preparan el montaje de los diferentes edificios según la energía que abastece su iluminación, a través de presentaciones en PPT dan a conocer características principales, muestran gráficos sobre beneficios económicos a largo plazo y contribución al medio ambiente que genera la utilización de estas fuentes.

Grupo 1: se encargan de montar el sistema de iluminación con electricidad generada mediante pilas doble AA, distribuyen el sistema de cables e interruptores en cada uno de los 3 edificios que utilizarán esta energía, realizan una indagación sobre las variaciones de energía y voltaje de la bombilla al conectar de manera independiente cada luz a una batería y las diferencias que se producen al conectar los 3 edificios a la misma fuente de energía.



Grupo 2: desarrollan el sistema de iluminación de edificios públicos presentes en la ciudad sostenible a partir de energía solar y la utilización de paneles fotovoltaicos. Analizan diferentes experimentos, con la finalidad de comprender las variaciones que ocurren al intensificar la exposición del panel al sol, identifican la fuente de almacenaje del sistema de captación solar.

Grupo 3: planifican y ejecutan el sistema de iluminación en edificios públicos, considerando la energía eólica como fuente de energía primaria. Ejecutan dentro del plano de la ciudad sostenible, la implementación de esta energía, iluminan los edificios mediante energía capturada a través del viento. Los alumnos exponen al igual que en los otros trabajos, la potencialidad de esta energía, sus beneficios medio ambientales y expresan en gráfico la información estadística que sustenta este tipo de fuente energética como una alternativa conveniente.

Grupo 4: preparan, organizan y ejecutan el sistema de jardines verticales y azoteas en los edificios que conforma nuestra ciudad sostenible, desarrollan representación y señalan superficie de terreno se reutilizara mediante esta técnica, los alumnos confeccionan y presentan un PPT con las características necesarias para ejecutar este proyecto, exponen sobre las variables atmosféricas relacionadas con la humedad, temperatura, luminosidad, que intervienen en una jardín vertical.

Cada grupo de trabajo, programa, calibra y ejecuta el recorrido que tendrá que realizar el robot, para llegar al puesto de trabajo, entre sus movimientos, organizan detenciones en espacios públicos señalando las funciones de estos dentro de la comunidad, comentan sobre las energías que conforman nuestra ciudad sostenible.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

Como una forma de realizar un refuerzo de los elementos trabajados el día de hoy, y de manera conjunta se expresan las diferencias entre las fuentes de energía, identificando cuales son las más contaminante y el tiempo que necesitan efectuar una biodegradación de sus componentes. Los estudiantes responden a preguntas tales como:

- ¿existen otras formas de generar energía?
- en la ciudad donde vivimos, ¿qué fuentes de energía son las utilizadas?
- ¿De qué manera las energías no renovables dañan el medio ambiente?

Al finalizar la clase, se analiza un video sobre los temas analizados a través de los siguientes enlaces
<https://www.youtube.com/watch?v=qGaNe94zils>
https://www.youtube.com/watch?v=HM9u_GvAmuE&feature=youtu.be

A modo de conclusión, se menciona la necesidad de generar un cambio en la forma que utilizamos la energía en nuestros hogares y la urgencia de formar a los estudiantes en base a una conciencia ambiental.

Responden le siguiente Test para identificar elemento a mejorar de la huella ecológica

https://drive.google.com/open?id=1i27qCys6xUtis56WIERKkCtGXX_kbWqh

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 9
Plano y montaje Ciudad Sostenible: "recorrido del robot Mbot con sensor sigue línea y Scratch"

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
O.C.1.Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.2. Emplear el conocimiento matemático para comprender, valorar y reproducir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana, en un ambiente creativo, de investigación y proyectos cooperativos y reconocen su carácter instrumental para otros campos de conocimiento.		
O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Bloque 5: "La tecnología, los objetos y las máquinas"</p> <p>5.1. Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema.</p>	<p>C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada.</p> <p>Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.</p>	<p>CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.). (CMCT, CCL, CD, CAA, SIEP).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.2. Resolución de problemas de la vida cotidiana en los que intervengan diferentes magnitudes y unidades de medida (longitudes, pesos, capacidades, tiempos, dinero...), con números naturales, decimales, fracciones y porcentajes.</p> <p>Bloque 3: "Medidas"</p> <p>3.12. Sumar y restar medidas de longitud y superficie</p> <p>3.6. Realización de mediciones.</p> <p>3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud y superficie</p>	<p>C.E.3.1. En un contexto de resolución de problemas sencillos, anticipar una solución razonable y buscar los procedimientos matemáticos más adecuado para abordar el proceso de resolución. Valorar las diferentes estrategias y perseverar en la búsqueda de datos y soluciones precisas, tanto en la formulación como en la resolución de un problema. Expresar de forma ordenada y clara, oralmente y por escrito, el proceso seguido en la resolución de problemas.</p>	<p>MAT.3.1.1. En un contexto de resolución de problemas sencillos, anticipa una solución razonable y busca los procedimientos matemáticos adecuados para abordar el proceso de resolución. (CMCT, CCL, CAA).</p> <p>MAT.3.1.2. Valora las diferentes estrategias y persevera en la búsqueda de datos y soluciones precisas, tanto en la formulación como en la resolución de un problema. (CMCT, CAA, SIEP).</p> <p>MAT.3.1.3. Expresa de forma ordenada y clara, oralmente y por escrito, el proceso seguido en la resolución de problemas. (CMCT, CCL).</p>
DURACIÓN	90 minutos	

Los estudiantes mediante la planificación de movimientos y comandos a través de las del robot mBot, organizaran y ejecutaran diversos recorridos por la ciudad sostenible, es indispensable lograr una familiarización con los comandos en base a Scratch para resolver los problemas que encontraran en cada uno de los desafíos propuestos.

Relación de las actividades con STEM



S
Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema



T
Utilización de instrumentos de medición, dispositivos móviles, programación robot Mbot



E
Planificación de recorridos que cumplan una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas.



M
Presentar información cuantitativa obtenida de análisis, desarrollar mediciones de desplazamiento y ángulos de giro.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: Robot Mbot, Móvil o Tablet, App Makeblock.

CONCEPTOS: como una forma de introducir al lenguaje de la programación en los estudiantes y con la finalidad de entender la base del funcionamiento de las nuevas tecnologías, los alumnos configurar diferentes movimientos y aplican en los recorridos del robot Mbot basados en lenguaje de programación Scratch.

En primero lugar se conectan aprendizajes previos realizando las siguientes preguntas:

¿Qué es la programación?, ¿Cómo se puede programar?, ¿al programar un robot, se vuelve autónomo? ¿Qué es Scratch?, ¿existe solo un lenguaje de programación? ¿Qué es el lenguaje en base Arduino?, ¿es posible programar en base a comandos?

Con estas actividades de iniciación, se busca despertar la creatividad y pensamiento lógico, necesario al momento de programar los movimientos del robot, facilitando de esta forma diversos conceptos matemáticos sistematizados, aumentando de forma transversal habilidades lingüísticas y fortaleciendo el trabajo en equipo, al enfrentar desafíos para en cada actividad propuesta.

PLANIFICACIÓN

Algunos contenidos a trabajar mediante el proceso de indagación guiada en las actividades propuestas para cada grupo de trabajo considera:

Combinar bloques para realizar movimientos en base a Scratch, en App Makeblock (enlace de descarga: <https://www.makeblock.es/blog/descargas/>) a través de la opción Crear.



Utilizar los bloques para programar movimientos hacia atrás, adelante, izquierda o derecha (ángulos de 90°). Velocidad de motores, tiempos de pausa, opción de repetir la programación, etc. Una vez realizada la programación y haciendo clic en botón inicial.



Programar bloques de movimientos con variables para velocidad y tiempo de desplazamiento, alternar bloques para encendido de las diferentes luces Led de colores incluidas en la placa mCore, introducir notas musicales en sus 5 variantes a la programación de la placa del robot durante su recorrido.



El propósito de esta actividad es desarrollar una programación de recorridos libres de creación, con la finalidad de aprender a controlar los movimientos del robot de forma autónoma, para luego planificar los desplazamientos específicos que tendrán dentro del plano en el cual se montara la ciudad sostenible y sus diferentes estaciones de trabajo propuestas para la actividad. Del mismo modo, los alumnos miden los recorridos, analizan la distancia recorrida y generan comparaciones entre los grupos de trabajo determinando cuales son los robots que logran un mayor recorrido alcanzado.

A través del siguiente enlace <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stfactory.anglemeter> Los estudiantes descargan la aplicación *Medidor de ángulo*, la cual busca identificar ángulos de inclinación utilizando el sistema sexagesimal, trabaja los arcos de gravedad entre los ejes, utiliza la pantalla de medición de imagen logrando graficar los datos obtenidos.



De esta forma es posible verificar cada ángulo de giro ejecutado por el robot, incorporando unos elementos curriculares a las actividades trabajadas en el plano de la ciudad sostenible

CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

A modo de finalización de la actividad, los estudiantes, presentan diferentes recorridos del robot Mbot, destacando de manera previa las especificaciones en cada movimiento y sus variaciones en relación a velocidad, giros, luces y sonidos.

La clase en conjunto, participa destacando la importancia de la programación en diferentes artículos tecnológicos presentes en nuestras vidas y cómo de manera inconsciente, programamos variadas máquinas robotizadas para enfrentar el quehacer diario, tales como: un cajero automático, máquinas de café, carga de combustible en bencineras, cajas de supermercados, entre otras. Posteriormente responden las siguientes preguntas:

- ¿Es posible programar sin ser un programador?
- ¿se puede programar un robot a distancia?
- ¿existe 1 lenguaje de programación o varios?
- para vivir con las tecnologías ¿es necesario saber programar?
- ¿Facilita la vida la programación?

Para finalizar la clase, se presentan varias imágenes de tecnología que tenemos en nuestro ambiente, las cuales programamos según su lenguaje, introduciendo el concepto de nuevas tecnologías y herramientas que facilitarán un futuro, en el cual, las ideas innovadoras y creativas fortalecerán los aprendizajes.

Como actividad complementaria los grupos de trabajo descargan a través del siguiente enlace el juego *Protectores de la ciencia*.

- <https://www.protectoresdelaciencia.cl/>
- <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RunRanaGames.PDLC2>

Mediante el método de indagación, los estudiantes aplican elementos del método científico incorporando diversos bloques de contenido de seres vivos, diversidad y hábitat, se refuerzan elementos del medio ambiente a través de actividades enfocadas en mejorar actitud hacia las ciencias naturales.



HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 10
Plano y montaje Ciudad Sostenible: Energía Solar y termómetro Logger Pro.

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.		
O.CN.7. Comprender la importancia del progreso científico, con el fin de valorar su incidencia y trascendencia en la mejora de la vida cotidiana de todas las personas y en el progreso de la sociedad como conjunto.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.1. Plantear y resolver de manera individual o en grupo problemas extraídos de la vida cotidiana, de otras ciencias o de las propias matemáticas, eligiendo y utilizando diferentes estrategias, justificando el proceso de resolución, interpretando resultados y aplicándolos a nuevas situaciones para poder actuar de manera más eficiente en el medio social.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS
Bloque 4: "Materia y energía": 4.2. Diferentes formas de energía. 4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen. 4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.	C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.	CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD). CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL). CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas" 1.5. Estrategias heurísticas: aproximar mediante ensayo-error, estimar el resultado, reformular el problema, utilizar tablas, relacionar con problemas afines, realizar esquemas y gráficos, empezar por el final. Bloque 5: "Estadística y Probabilidad" 5.1. Gráficos y parámetros estadísticos: tablas de datos, diagramas de barras, diagramas lineales, diagramas poligonales y sectoriales. 5.2. Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.	C.E.3.1. En un contexto de resolución de problemas sencillos, anticipar una solución razonable y buscar los procedimientos matemáticos más adecuado para abordar el proceso de resolución. Valorar las diferentes estrategias y perseverar en la búsqueda de datos y soluciones precisas, tanto en la formulación como en la resolución de un problema. Expresar de forma ordenada y clara, oralmente y por escrito, el proceso seguido en la resolución	MAT.3.1.1. En un contexto de resolución de problemas sencillos, anticipa una solución razonable y busca los procedimientos matemáticos adecuados para abordar el proceso de resolución. (CMCT, CCL, CAA). MAT.3.1.2. Valora las diferentes estrategias y persevera en la búsqueda de datos y soluciones precisas, tanto en la formulación como en la resolución de un problema. (CMCT, CAA, SIEP). MAT.3.1.3. Expresa de forma ordenada y clara, oralmente y por escrito, el proceso seguido en la resolución de problemas. (CMCT, CCL).
DURACIÓN	90 minutos	

En esta sesión los grupos de estudiantes enfrentaran diferentes escenarios, los cuales están presentados como desafíos o retos, siendo necesario aplicar conceptos sobre electricidad y elementos de las ciencias naturales en entornos próximos a la clase para encontrar la solución a lo formulado.

Relación de las actividades con STEM



S
Materia y energía.
Fuentes de energía y origen, Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.



T
Manejo de paneles solares, baterías almacenadoras de energía solar y sensores de temperatura.



E
Montaje y desarme de generadores de energía solar. Diseño y distribución de paneles solares.



M
Resuelven y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas y tratamiento de la información

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: Plano ciudad, Paneles solares, bombillas, cables paralelos, pilas, interruptores, conectores, botellas de plásticos transparentes, latas de bebida, pintura negra, agua, caja de cartón, papel de aluminio, sensores de temperatura.

CONCEPTOS: como actividad introductoria, los estudiantes definen elementos técnicos necesarios de conocer para lograr el desarrollo de la actividad. Responden a preguntas tales como: ¿Qué es la energía solar? ¿Cómo capturar la energía solar?, ¿es posible almacenar la energía solar?, ¿para qué sirve la energía solar? ¿Es económica la energía? ¿La temperatura interviene en un panel solar? ¿Cuando está nublado se puede almacenar energía solar? De esta forma se busca construir una definición en común sobre los elementos con los cuales se trabajar.

PLANIFICACIÓN

Luego de profundizar sobre la utilización de energías renovables y la masificación de sus beneficios, destacan como una fuente calórica amigable con la conservación del medio ambiente; se da a conocer la actividad a desarrollar, teniendo como objetivo transversal la construcción, manejo, distribución e implementación de la energía solar en nuestro proyecto de ciudad sostenible, contribuyendo a generar una conciencia sobre el cuidado del planeta, mejorar la economía de los estudiantes en un futuro y fomentar la utilización de tecnologías renovables.

Los estudiantes, reciben diferentes paneles solares, los cuales se encuentra previamente conectados a una bombilla, una vez desarmado el sistema, reconocen los componentes de un panel solar, almacenamiento de la energía captada, distribución de esta y funcionamiento.



Definen en conjunto la energía solar (beneficios: económicos, energéticos y otros asociados a su utilización)

Con materiales reciclados, proceden a iluminar una de las edificaciones que será parte de nuestra ciudad sustentable, consideran las siguientes variables:

Cantidad de bombillas necesarias y elementos eléctricos.

Distribución del panel solar, atendiendo a variables; como la dirección del sol.

Posteriormente montan en el plano de la ciudad los edificios que serán alimentados mediante energía solar, considerando; los interruptores de encendido.



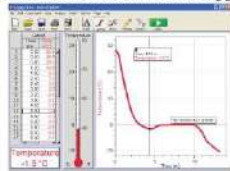
Como siguiente actividad, los estudiantes de forma experimental, mediante el proceso de indagación, pintan botellas de plástico transparentes de color negro. La finalidad de este experimento es recibir la luz solar y poder generar agua caliente, de forma que logren comprender la potencialidad de la energía solar.



De la misma forma, un grupo de estudiantes, pinta diferentes latas de bebidas de color negro y desarrolla el mismo procedimiento anterior.

Como una forma de analizar las diferentes variación de temperatura, los estudiantes miden durante la sesión la temperatura que alcanza el agua en las botellas expuestas al sol, mediante dos termómetros digitales conectados al ordenador, analizan las variaciones sufridas en la botella pintada de color negro y en la botella transparente. Para lograr una experimentación directa, utilizan el software *Logger Lite*, el cual recopila los datos segundo a segundo, entregando los resultados de forma estadística (gráficos, medidas de tendencia central, variable dependiente e independiente), obteniendo información de forma directa en un ambiente de experimentación contextualizado a los estudiantes.

Elementos utilizados de software *Logger Lite*, gráficos estadísticos y termómetro



Una de las ideas centrales de esta actividad está relacionada al trabajo de forma colaborativa, dando ideas y contribuyendo con posibles soluciones a problemas presentados en la actividad grupal.

Luego de tener diseñados los planos, que serán la base de la ciudad final, los alumnos desarrollan diferentes pruebas con bombillas alimentadas con energía solar, conexión de bombillas a interruptores y fuentes de energía recargables. (Pilas)

CIERRE DE LA ACTIVIDAD.

Para finalizar la actividad y a modo de evaluar lo trabajado por los alumnos, se reflexiona sobre esta propuesta de energía utilizada en nuestra ciudad sustentable, se reconocen los beneficios económicos a largo plazo, el valor ambiental que posee trabajar con fuentes de energía renovables y sustentables con el medio ambiente, posteriormente responde las siguientes preguntas

- ¿al utilizar estas fuentes de energía, se mejora y valora el entorno natural?
- ¿la energía solar, perjudica la capa de Ozono en la Tierra?
- ¿Qué beneficios trae en nuestro diario vivir, utilizar estas energías?
- ¿Cual crees tú que será la energía del futuro?
- ¿Existen otros tipos de energía renovables?

Finalmente, se comenta sobre otras alternativas para utilizar la energía solar, tales como: hornos solares, calentadores de agua, cocinas solares, etc. Es importante que estas nuevas definiciones y utilidades aumenten los aprendizajes de los estudiantes, de esta forma posicionar los conceptos y procedimientos específicos con los cuales seguiremos trabajando como fuentes de energía menos contaminantes y más seguras.

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 11
Plano y montaje Ciudad Sostenible: Energía Eólica

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.2. Analizar y seleccionar información acerca de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos y sobre hechos y fenómenos del entorno, para establecer diversas hipótesis, comprobando su evolución a través de la planificación y la realización de proyectos, experimentos y experiencias cotidianas.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.2. Emplear el conocimiento matemático para comprender, valorar y reproducir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana, en un ambiente creativo, de investigación y proyectos cooperativos y reconocen su carácter instrumental para otros campos de conocimiento. O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y valorar la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS (C.N)
Bloque 4: "Materia y energía": 4.2. Diferentes formas de energía. 4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen. 4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.	C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.	CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD). CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL). CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas": 1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso. Bloque 3: "Medidas" 3.6. Realización de mediciones. 3.15. Cálculos con medidas temporales. 3.11. Comparación de superficies de figuras planas por superposición, descomposición y medición.	C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.	MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP). MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).
DURACIÓN	90 minutos	

A través de la siguiente actividad los estudiantes diseñaran, aplicaran y ejecutaran diversas acciones que buscan entregar elementos de la electricidad y circuitos eléctricos a la ciudad sostenible que se está construyendo, de esta forma la energía eólica ayudará a resolver diferentes desafíos y retos que encontrarán al momento de ejecutar el proyecto de forma amigable con el medio ambiente y la naturaleza.

Relación de las actividades con STEM

S

Materia y energía. Fuentes de energía y origen, Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.

T

Manejo de paneles solares, baterías almacenadoras de energía solar y sensores de temperatura.

E

Montaje y desarme de generadores de energía solar. Diseño y distribución de paneles solares.

M

Resuelven y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas y tratamiento de la información

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: Plano ciudad sostenible, Motores con Eje, interruptores, soporte para el montaje del robot, hélices de plástico para ejes, cables paralelos, bombillas, interruptores, conectores.

Conceptos: como actividad introductoria, los estudiantes participan en la aclaración de diferentes elementos necesarios de dominar para desarrollar la actividad. Responden a preguntas tales como: ¿Qué es la energía eólica? ¿Cómo capturar la energía eólica?, ¿es posible almacenar la energía eólica?, ¿para qué sirve la energía eólica? ¿Es económica la energía Eólica? ¿Puedo tener en mi piso energía eólica? ¿Cuál es el mejor lugar para montar un generador eólico? ¿Existen en mi ciudad parques eólicos? ¿A qué velocidad se mueven las aspas de los generadores eólicos? ¿La energía solar es dañina para el medio ambiente?

PLANIFICACIÓN

Una de las prioridades de esta actividad es que los estudiantes conozcan diferentes formas de energía alternativas a la convencional utilizada en sus hogares. La masificación de la energía eólica, a través de parques generadores producida a través del viento, representa una oportunidad para que los estudiantes se familiaricen con la producción de energías renovables y en esta oportunidad representar su utilización en la ciudad sostenible.

Dentro de los principales beneficios encontramos: introducir el lenguaje de energías renovables que respeten el medio ambiente, desarrollar una expansión del conocimiento científico y mecánico de los estudiantes a través de los experimentos.

Una vez montada la ciudad sostenible, teniendo nuestros primeros edificios dotados de energía eléctrica y solar, es el turno de presentar la energía eólica como alternativa para la iluminación de los restantes edificios de servicio que conforman nuestra ciudad. Para ello se proporcionan por grupos de trabajo diferentes materiales, tales como: motores, hélices, cables y luces LED.



Los estudiantes montan sus edificios, conjuntamente con las estructuras eólicas que generaran energía lumínica, consideran los materiales y dimensiones de estos detallando estadísticamente los recursos y dimensiones utilizadas. De esta forma nuestra ciudad, ya estará alimentada de tres fuentes de energía (eléctrica, solar y eólica).



Posteriormente al montaje de nuestra ciudad, los estudiantes programan el Mbot para que recorra por las calles los diferentes edificios e identifique que tipo de energía es la utilizada en cada estación de trabajo.

Para finalizar la actividad, se presenta información con diversos análisis y gráficos sobre relación consumo y costo económico de una u otra energía, y su impacto con el medio ambiente y la naturaleza, ya sea con la flora y fauna presente, la finalidad es que los alumnos realicen sus conjeturas sobre qué tipo de energía que es más rentable a corto, mediano y largo plazo e identifique variables en gráficos estadísticos.

CIERRE DE LA ACTIVIDAD

Una vez finalizada la actividad de construcción y montaje de los edificios con energía eólica, se reflexiona sobre diferentes puntos que pudieran quedar inconclusos de comprender. A través de imágenes, se muestra como la energía eólica representa una oportunidad de cuidar el medio ambiente, se analiza diferentes localidades de España en donde existen parques eólicos y el aporte energético que estos representan para el consumo total de la población, posteriormente responde las siguientes preguntas

- ¿cual crees tú que será la energía mas económica, eléctrica, solar o eólica?
- ¿existen otras fuentes de energía en el mundo?
- ¿influye en la temperatura de una ciudad tener un parque eólica próxima a ella?
- ¿Qué beneficios puede tener para el ambiente cambiar las energías fósiles por renovables?
- ¿las energías renovables, dañan la capa de ozono?
- Los beneficios económicos de la energía renovables son a largo, mediano o corto plazo?

A modo de finalización se responde en conjunto a esta serie de preguntas, y se refuerzan elementos trabajados en la sesión de hoy. Mediante el desarrollo de estas actividades es importante profundizar en elementos adyacentes, tales como la potencia generada de energía, potencia de voltaje, importancia de la bombilla LED e intensificar el interés científico, exploratorio por realizar este tipo de experimentos y dominio en nuevas estrategias de trabajo.

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 12
Plano y montaje Ciudad Sostenible: "Sistema de Riego por Goteo, jardines Verticales y termómetro casero"

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.2. Analizar y seleccionar información acerca de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos y sobre hechos y fenómenos del entorno, para establecer diversas hipótesis, comprobando su evolución a través de la planificación y la realización de proyectos, experimentos y experiencias cotidianas.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/COMPETENCIAS
<p>Contenidos</p> <p>Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.2. Diferentes formas de energía.</p> <p>4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p> <p>Bloque 3: "Los seres vivos"</p> <p>3.6. Curiosidad por conocer la importancia del agua para las plantas (la fotosíntesis) y para todos los seres vivos. Su contaminación y derroche. Actuaciones para su aprovechamiento.</p>	C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.	CN.3.7.2. Identifica y describe los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad, exponiendo posibles actuaciones para un desarrollo sostenible. (CMCT, CCL, CD, CAA, CSYC).
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.11. Desarrollo de actitudes básicas para el trabajo matemático: esfuerzo, perseverancia, flexibilidad, estrategias personales de autocorrección y espíritu de superación, confianza en las propias posibilidades, iniciativa personal, curiosidad y disposición positiva a la reflexión sobre las decisiones tomadas y a la crítica razonada, planteamiento de preguntas y búsqueda de la mejor respuesta, aplicando lo aprendido en otras situaciones y en distintos contextos, interés por la participación activa y responsable en el trabajo cooperativo en equipo.</p> <p>Bloque 3: "Medidas"</p> <p>3.6. Realización de mediciones.</p> <p>3.15. Cálculos con medidas temporales.</p> <p>3.11. Comparación de superficies de figuras planas por superposición, descomposición y medición.</p> <p>3.5. Estimación de longitudes, capacidades, masas, superficies y volúmenes de objetos y espacios conocidos.</p>	C.E.3.3. Desarrollar actitudes personales inherentes al quehacer matemático, planteando la resolución de retos y problemas con precisión, esmero e interés. Reflexionar sobre los procesos, decisiones tomadas y resultados obtenidos, transfiriendo lo aprendido a situaciones similares, superando los bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.	MAT.3.3.1. Desarrolla actitudes personales inherentes al quehacer matemático, planteando la resolución de retos y problemas con precisión, esmero e interés. (CMCT, SIEP). MAT.3.3.2. Reflexiona sobre los procesos, decisiones tomadas y resultados obtenidos, transfiriendo lo aprendido a situaciones similares futuras, superando los bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas. (CMCT, CAA, CSYC, SIEP).
DURACIÓN	90 minutos	

A través de la siguiente actividad los estudiantes organizarán diversos materiales relacionados con la naturaleza, reciclaje y temperatura ambiental, de esta forma construirán diversos accesorios que contribuirán a mejorar la ciudad sostenible y la relación con la ciencia.

Relación de las actividades con STEM



Análisis de temperaturas y su variación en el medio ambiente, reutilización de recursos naturales.



Utilización de instrumentos de medición, dispositivos móviles, programación robot Mbot



Elaboración de estrategias de reducción en consumo de agua y disminución de temperatura



Presentar información cuantitativa obtenida de análisis, desarrollar mediciones de desplazamiento y consumo.

Desarrollo de la actividad

MATERIALES: Plano ciudad sostenible, botellas plásticas, plantas de temporada, tierra, plastilina, pegamento, cajas de cartón, botellas con agua, Solar-Dripper (gotero solar) y robot Mbot.

CONCEPTOS: como una forma de introducir al tema, los estudiantes responden de manera previa a los siguientes conceptos. ¿Qué es el riego por goteo?, ¿el agua es un recurso agotable?, ¿se puede ahorrar dinero controlando el consumo de agua? ¿Es importante la vegetación en la ciudad? ¿Cuál es la diferencia de temperatura al sol y a la sombra de un árbol? ¿Qué beneficios para el aire que respiramos tiene la existencia de arboles y sus hojas?, ¿se puede tener vegetación en una azotea del piso?, ¿qué es una jardín vertical?

De esta forma, los alumnos comienzan a conectar sus conocimientos, los cuales y a través de una indagación guiada se utilizaran para completar y desarrollar la actividad que a continuación se detalla.

PLANIFICACIÓN

Dentro de los objetivos de esta actividad, se considera que los alumnos identifiquen mecanismos para sustentar riegos económicos y eficientes, de esta forma generar una conciencia en la utilización de un recurso natural como el agua, se enfatiza en destacar la vital importancia que tiene para nuestro organismo y el desarrollo de la sociedad.

Uno de los principios de la ciudad sostenible en la cual trabajan los alumnos, es mostrar diferentes elementos que facilitan y mejoran la calidad de vida de las personas, profundizar en elementos de riego, masificación de jardines verticales y en azoteas, contribuirá a que los estudiantes en un futuro mejoren su relación con el entorno natural y promuevan diferentes estrategias amigables con el medio ambiente. Una vez montada la ciudad sostenible, los alumnos a modo de graficar los jardines verticales y en azoteas, representan en cada edificio de la ciudad diferentes áreas verdes, de igual forma pegan representaciones de arboles en las diversas calles que cruzan el plano de la ciudad sostenible. Identifican la superficie de terreno en la cual se plantan árboles y plantas representativas, señalando el impacto que tendrá en nuestras vidas una mayor vegetación y la disminución de temperatura al comparar calles con árboles y una sin vegetación.



Como actividad individual, los estudiantes en una botella de plástico reciclada, perforan la mitad superior y proceden a ubicar una planta de temporada sobre tierra de hojas, de esta forma cada alumno podrá tener su primer macetero que contribuirá a formar parte de nuestro jardín vertical realizado en la sala de clases.



Analizan los diferentes ciclos de una planta, ya sea fotosíntesis y germinación de estas en sus respectivas fases, generan informe con sus principales conclusiones. Para complementar esta actividad, se introduce en un macetero un Solar-Dripper, sistema de ayuda para mantener nuestro jardín ecológico, el cual se encargará de suministrar el agua necesaria y directamente a la raíz de la planta, adaptándose a la necesidad de cada una, fortaleciendo el riego a través de su caudal focalizado y pudiendo reutilizar las aguas lluvias en el caso de tenerlas, lo cual representa un beneficio en el proceso de reutilización del agua.



Para finalizar presentan los edificios que conforman la ciudad sostenible, en donde es posible observar la reutilización de espacios, utilizados ahora como pulmones verdes o jardines verticales.





Guía complementaria sobre elementos del consumo energético y reutilización de la energía
<https://drive.google.com/open?id=1pzka06J1FWlcoEeBVpeaQPh1jaSq-tgJ>

Como una forma de poder obtener información sobre la temperatura de los diferentes espacio del colegio y realizar comparaciones entre las temperaturas, los estudiantes trabajan en la construcción de un termómetro casero y posterior comunicación de los resultados; con los siguientes materiales:



Botella plástica pequeña, Plumón permanente, Plastilina, Una bombilla plástica transparente pajita, Líquido con color témperas, Agua caliente, Agua fría, proceden a construir el termómetro. (Enlace video sobre termómetro casero <https://youtu.be/07kByk4XQ9E>)

<p>Paso 1</p>	<p>Marcar la bombilla con intervalos de un centímetro con el plumón</p>	
<p>Paso 2</p>	<p>Llenar por completo la botella con el líquido con color a temperatura ambiente</p>	
<p>Paso 3</p>	<p>Realizar un agujero en la tapa de la botella insertar la pajita sin que toque el fondo de la botella y sellar la con plastilina</p>	
<p>Paso 4</p>	<p>Colocar la botella sobre el agua caliente y el agua fría y observa el comportamiento del agua</p>	

Al realizar el experimento podemos observar la mayor temperatura de un líquido aumenta su volumen, por el contrario, a menor temperatura disminuye su volumen. En el caso de nuestra botella, al subir la temperatura el líquido sube por la botella porque es el único espacio que tiene para hacerlo, ya que la botella está sellada. Una baja temperatura causa que las pequeñas partículas que forman el agua líquida se junten más entre ellas, lo que disminuye su volumen. Esto se visualiza en el descenso del líquido por la bombilla

CIERRE DE LA ACTIVIDAD.

Para finalizar y una vez montados los edificios con sus representaciones de jardines y áreas verdes en el plano de la ciudad, los grupos ejecutan diferentes instrucciones en los robot para generar desplazamientos en la ciudad sostenible, según indicaciones y coordenadas entregadas cada robot se detiene en un punto señalado y comenta las características del lugar.



Realizan reflexiones sobre las ventajas que tiene en la disminución de la temperatura la creación de espacios verdes y los beneficios en la calidad de aire al contribuir con la disminución de partículas en el ambiente producto de la reforestación y creación de áreas verdes. De igual forma, refuerzan los beneficios de tener una ciudad sostenible con energías renovables y su contribución al desarrollar espacios amigables para día a día de las personas, posteriormente responde las siguientes preguntas

- ¿es posible medir el consumo de agua de una planta en un día, semana, mes y año?
- ¿se puede reducir el coste económico de riego de jardines?
- ¿en qué promedio varia la temperatura de una ciudad que está en concordancia con nuestro proyecto?
- ¿es posible generar espacios verdes en nuestros pisos, colegio y espacios públicos?
- ¿pueden las grandes plantaciones utilizar el sistema de riego por goteo?
- ¿puedes construir un huerto urbano orgánico en tu piso? ¿Qué plantas se podrían utilizar en el consumo diario? ¿todas las plantas necesitan la misma cantidad de agua?

A modo de cierre de la clase, se presentan diversas imágenes con los beneficios que entrega el sistema de riego por goteo y edificios que son mencionados como un referente en el diseño de jardines verticales y la reutilización de azoteas como lugares de esparcimiento y recreación de las comunidades. Para finalizar se adjunta el siguiente enlace, en donde encontraran algunos beneficios del agua y ejercicios para interactuar. ¿Haces uso del agua de forma responsable? ¿Conoces las acciones que puedes realizar en tu vida cotidiana para ahorrar agua? Demuéstralo. Te proponemos un escenario, tu casa, en ella te planteamos situaciones y debes realizar la más correcta. <http://aqualiaeduca.com/>

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 13
Ciudad Sostenible: "Diseño, creatividad y prueba en ciudad sostenible", variaciones de alimentación de energía al robot.

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
<p>O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos, mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.</p> <p>O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.</p>		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
<p>O.MAT.1. Plantear y resolver de manera individual o en grupo problemas extraídos de la vida cotidiana, de otras ciencias o de las propias matemáticas, eligiendo y utilizando diferentes estrategias, justificando el proceso de resolución, interpretando resultados y aplicándolos a nuevas situaciones para poder actuar de manera más eficiente en el medio social.</p> <p>O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y valorar la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.</p>		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p> <p>4.2. Diferentes formas de energía.</p> <p>4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p>	<p>C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.</p>	<p>CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte. (CMCT, CCL, CD).</p> <p>CN.3.7.2. Identifica y describe los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad, exponiendo posibles actuaciones para un desarrollo sostenible. (CMCT, CCL, CD, CAA, CSYC).</p> <p>CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.). (CMCT, CCL, CD, CAA, SIEP).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso.</p> <p>Bloque 5: "Estadística y</p>	<p>C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios</p>	<p>MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP).</p> <p>MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda</p>

Probabilidad" 5.1. Gráficos y parámetros estadísticos: tablas de datos, diagramas de barras, diagramas lineales, diagramas poligonales y sectoriales. 5.2. Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.	tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.	de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).
DURACIÓN	90 minutos	

Como una forma de reforzar y evaluar los conceptos aprendidos, los estudiantes se organizan en diferentes estaciones de trabajo, demostraran diversas habilidades aprendidas durante el proyecto, siendo capaces de resolver a desafíos propuestos por sus pares a través de ejercicios prácticos en la ciudad sostenible por medio del robot Mbot.

Relación de las actividades con STEM



La corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.



Utilización de instrumentos de medición, dispositivos móviles, programación robot Mbot



Planificación y construcción de instalaciones eléctricas que cumplan su función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo.



Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: plano de la ciudad, pinturas, pegamento, Mbot, Móvil o Tablet, App Makeblock, paneles solares, generadores eólicos, representaciones de edificios públicos, bombillas, cables, pilas, batería litio.

CONCEPTOS:

Como una actividad de inicio, los alumnos identifican diferentes fuentes de alimentación eléctrica con las cuales se puede alimentar el robot, responden a preguntas tales como:

¿De las energías presentes en la ciudad sostenible, cuales son renovables? ¿Cuáles son las fuentes de energía? ¿Qué significa que una energía sea un recurso renovable o no renovable? ¿Qué influye en que exista una fuente de energía con mayor potencial que otra? ¿Cuál es la fuente de producción y almacenamiento energético más utilizada? ¿Cuál es la fuente de energía que alimenta el Robot Mbot? ¿Qué diferencia hay entre una pila convencional y una alcalina? ¿Qué es una batería de litio? ¿Un pila luego se ser utilizada afecta el medio ambiente? ¿Qué sucede si arrojamos una pila a un río?

PLANIFICACIÓN

Montaje de la ciudad sostenible, desarrollan implementación de sistemas de iluminación en edificios que conformaran nuestra ciudad sostenible y analizan las diferentes formas de proporcionar energía al robot, para ellos identifican las pilas y las baterías alcalinas y sus diferentes alternativas existentes en el mercado, destacando variables como duración, potencia de almacenamiento, costos e impacto en el medio ambiente una vez que no son utilizadas.



Batería Litio Mbot

Porta pilas doble AA Mbot

Como una forma de organizar la ciudad sostenible, los diferentes grupos de manera autónoma, preparan el montaje de los diferentes edificios según la energía que abastece su iluminación, a través de presentaciones en PPT dan a conocer características principales, muestran gráficos sobre beneficios económicos a largo plazo y contribución al medio ambiente que genera la utilización de estas fuentes.

Grupo 1: se encargan de montar el sistema de iluminación con electricidad generada mediante pilas doble AA, distribuyen el sistema de cables e interruptores en cada uno de los 3 edificios que utilizarán esta energía, realizan una indagación sobre las variaciones de energía y voltaje de la bombilla al conectar de manera independiente cada luz a una batería y las diferencias que se producen al conectar los 3 edificios a la misma fuente de energía.



Grupo 2: desarrollan el sistema de iluminación de edificios públicos presentes en la ciudad sostenible a partir de energía solar y la utilización de paneles fotovoltaicos. Analizan diferentes experimentos, con la finalidad de comprender las variaciones que ocurren al intensificar la exposición del panel al sol, identifican la fuente de almacenaje del sistema de captación solar.

Grupo 3: planifican y ejecutan el sistema de iluminación en edificios públicos, considerando la energía eólica como fuente de energía primaria. Ejecutan dentro del plano de la ciudad sostenible, la implementación de esta energía, iluminan los edificios mediante energía capturada a través del viento. Los alumnos exponen al igual que en los otros trabajos, la potencialidad de esta energía, sus beneficios medio ambientales y expresan en gráfico la información estadística que sustenta este tipo de fuente energética como una alternativa conveniente.

Grupo 4: preparan, organizan y ejecutan el sistema de jardines verticales y azoteas en los edificios que conforma nuestra ciudad sostenible, desarrollan representación y señalan superficie de terreno se reutilizara mediante esta técnica, los alumnos confeccionan y presentan un PPT con las características necesarias para ejecutar este proyecto, exponen sobre las variables atmosféricas relacionadas con la humedad, temperatura, luminosidad, que intervienen en una jardín vertical.

Cada grupo de trabajo, programa, calibra y ejecuta el recorrido que tendrá que realizar el robot, para llegar al puesto de trabajo, entre sus movimientos, organizan detenciones en espacios públicos señalando las funciones de estos dentro de la comunidad, comentan sobre las energías que conforman nuestra ciudad sostenible.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

Como una forma de realizar un refuerzo de los elementos trabajados el día de hoy, y de manera conjunta se expresan las diferencias entre las fuentes de energía, identificando cuales son las más contaminante y el tiempo que necesitan efectuar una biodegradación de sus componentes. Los estudiantes responden a preguntas tales como:

- ¿existen otras formas de generar energía?
- en la ciudad donde vivimos, ¿qué fuentes de energía son las utilizadas?
- ¿De qué manera las energías no renovables dañan el medio ambiente?

Al finalizar la clase, se analiza un video sobre los temas analizados a través de los siguientes enlaces

<https://www.youtube.com/watch?v=qGaNe94zils>

https://www.youtube.com/watch?v=HM9u_GvAmuE&feature=youtu.be

A modo de conclusión, se menciona la necesidad de generar un cambio en la forma que utilizamos la energía en nuestros hogares y la urgencia de formar a los estudiantes en base a una conciencia ambiental.

Responden le siguiente Test para identificar elemento a mejorar de la huella ecológica

https://drive.google.com/open?id=1i27qCys6xUtis56WIFERkkCtGXX_kbWqh

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 14
Distribución y planificación "ciudad Sostenible y reciclaje"

1. DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
O.CN.1. Utilizar el método científico para planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos mediante la observación, el planteamiento de hipótesis y la investigación práctica, con el fin de elaborar conclusiones que, al mismo tiempo, permitan la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.4. Reconocer los atributos que se pueden medir de los objetos y las unidades, sistema y procesos de medida; escoger los instrumentos de medida más pertinentes en cada caso, haciendo previsiones razonables; expresar los resultados en las unidades de medida más adecuada, explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y aplicándolo a la resolución de problemas.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
Contenidos Bloque 4: "Materia y energía": 4.2. Diferentes formas de energía. 4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen. 4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.	C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.	CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.). (CMCT, CCL, CD, CAA, SIEP).
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
Bloque 3: "Medidas": 3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud. 3.3. Elección de la unidad más adecuada para la realización y expresión de una medida. 3.5. Estimación de longitudes y superficies. 3.6. Realización de mediciones. 3.19. Interés por utilizar con cuidado y precisión diferentes instrumentos de medida y por emplear unidades adecuadas.	E.3.7. Seleccionar instrumentos y unidades de medidas usuales para realizar mediciones, haciendo previamente estimaciones y expresando con precisión medidas de longitud, superficie, y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito.	MAT.3.9.1. Conoce el sistema sexagesimal. (CMCT). MAT.3.9.2. Realiza cálculos con medidas angulares explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y la estrategia utilizada. (CMCT, CCL).
DURACIÓN	90 minutos	

Los estudiantes organizaran el plano de la ciudad sostenible, trabajaran elementos básicos en reciclaje al reutilizar diversos materiales que formaran parte de las edificaciones que formaran la ciudad, mediante el proceso de indagación, utilizaran elementos matemáticos y de ciencia para resolver diversos problemas formulados.

Relación de las actividades con STEM

S

Composición de Materiales reciclados, fuentes de energía.

T

Robots y sensores de propios del robot (sigue líneas, obstáculo y luces LED)

e

Diseño de ciudad, edificios y planos de recorridos.

m

Sistema de coordenadas cartesianas, medición de distancias.

MATERIALES: Cajas de leche, envases de yogurt, folios blancos de 3 m largo x 2m de ancho, marcadores de colores, pegamento, silicona, reglas milimetrada, cinta aislante, fizo.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

CONCEPTOS: como una forma de introducir elementos de la ciudad sostenible y la reutilización de materiales para el montaje de a realizar, se presentan las siguientes preguntas de forma introductoria al tema:

¿Qué es el reciclaje? ¿Cómo están distribuidos los espacios públicos en mi ciudad? ¿Es posible contribuir en la planificación urbana? ¿Qué es una coordenada? ¿Cuál es la proporción entre áreas verdes y construcciones habitacionales?

PLANIFICACIÓN: Los estudiantes (ordenados de forma grupal) recibirán un plano de 3 m largo x 2m de ancho ($6m^2$) donde tendrán que diseñar el bosquejo en el cual se montara la ciudad sostenible. Para ello se distribuirá de la siguiente manera, pudiendo cada grupo de trabajo organizar la distribución y diseño según lo estimen conveniente.

- Carreteras ($2m^2$)
- Áreas verdes ($1,5m^2$)
- Edificaciones ($1,5m^2$)
- Zonas de juegos ($1m^2$)

Luego de diseñar diversos planos para la ciudad, los grupos de trabajo consideran la ubicación estratégica de diferentes edificios representativos presentes en la sociedad (bancos, fruterías, ayuntamiento, edificaciones particulares, hospitales, colegios, etc.)

Posteriormente, y de forma grupal con materiales reciclados (envases de leche u otros tipos) confeccionan variados edificios que formaran la ciudad sostenible, de forma transversal; analizan la composición de cada envase que utilizaran, reconociendo elementos biodegradables, tiempo estimado para su descomposición final y las precauciones necesarias con el medio ambiente al momento de desechar el producto.

Posteriormente se trabajara en diseñar y establecer las diferentes fuentes de energía que utilizaran cada edificio, bosquejando en cada construcción, la alimentación eléctrica que utilizaran.





Una vez que los planos estén diseñados y previamente montados los estudiantes deben programar los recorridos del robot en la ciudad sostenible, según las indicaciones entregadas a través de coordenadas cartesianas (Plano cartesiano), anteriormente en el plano se trazan líneas horizontales y verticales, con el propósito de identificar las indicaciones (coordenadas X; Y).

Una vez programando el recorrido del robot y su llegada al punto de destino, identifican características de la zona, dan respuesta a las diferentes preguntas encontradas, las cuales están en relación a los elementos que conforman la ciudad sostenible y ciencias de la naturaleza (CISOGRA).

El robot, según se determine puede ser calibrado y direccionado a través de sus tres formas programación de recorrido (Scratch, Mando a distancia o control remoto en los móviles)



De forma complementaria, los estudiantes manipulan elementos de la electricidad con la finalidad de reforzar y poseer un lenguaje común para posteriormente realizar diferentes conexiones eléctricas en los edificios que darán origen al montaje de la ciudad sostenible. Dentro de los elementos destacados esta; conocer materiales capaces de ser utilizados como conductores de electricidad, destacar la importancia de la permeabilidad de estos y no generar un cortocircuito en el proyecto de ciudad sostenible. De manera grupal realizan diferentes experimentos utilizando variados tipos de materiales, tal como se muestra en la figura.

CIERRE DE LA ACTIVIDAD

Para finalizar la actividad, los grupos de trabajo reflexionan sobre los diversos elementos utilizados en el montaje de la ciudad y la importancia de reciclar.

Responden las siguientes preguntas ¿Cuántos años tarda en desintegrar uno de los envases reciclados? ¿Son útiles las coordenadas en nuestro día a día? ¿Es posible montar una ciudad con diferentes fuentes de energía? ¿Existen materiales conductores de energía? ¿El agua es un conductor de electricidad? ¿En que influye la potencia de la batería al momento de alimentar una bombilla? ¿De qué forma reciclas junto a tu familia?

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 15
Carrera robots, coche casero propulsado por aire y sensor de movimiento LoggerPro

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.7. Comprender la importancia del progreso científico, con el fin de valorar su incidencia y trascendencia en la mejora de la vida cotidiana de todas las personas y en el progreso de la sociedad como conjunto.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.2. Emplear el conocimiento matemático para comprender, valorar y reproducir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana, en un ambiente creativo, de investigación y proyectos cooperativos y reconocen su carácter instrumental para otros campos de conocimiento.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS (C.N)
5.1. Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema.	C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.	CN.3.8.1. Selecciona, planifica y construye algún aparato o máquina que cumpla una función aplicando las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: (dibujar, cortar, pegar, etc.).
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
Bloque 3: "Medidas": 3.1. Unidades del Sistema Métrico Decimal de longitud. 3.3. Elección de la unidad más adecuada para la realización y expresión de una medida. 3.5. Estimación de longitudes y superficies. 3.6. Realización de mediciones. 3.19. Interés por utilizar con cuidado y precisión diferentes instrumentos de medida y por emplear unidades adecuadas.	E.3.7. Seleccionar instrumentos y unidades de medidas usuales para realizar mediciones, haciendo previamente estimaciones y expresando con precisión medidas de longitud, superficie, y tiempo en contextos reales, explicando el proceso seguido oralmente y por escrito.	MAT.3.9.1. Conoce el sistema sexagesimal. (CMCT). MAT.3.9.2. Realiza cálculos con medidas angulares explicando oralmente y por escrito el proceso seguido y la estrategia utilizada. (CMCT, CCL).
DURACIÓN	90 minutos	

Con la finalidad de incorporar diferentes sensores del robot, los estudiantes analizaran diversos fenómenos físicos obtenidos a consecuencia del desplazamiento y velocidad que se aplican al movimiento del robot. De igual forma realizaran estructuras de coches impulsados por energía alternativa a la corriente eléctrica, para lo cual buscaran obtener explicaciones en las ciencias naturales y poder comprender de manera concreta los fenómenos y regularidades que ocurrirán en los traslados.

Relación de las actividades con STEM



Determinar variables en desplazamiento de coche, velocidad y distancia.



Sensor de movimientos ultrasónico LoggerPro y programación de robot Mbot



Desarrollo de pistas de carreras y circuitos de recorrido



Presentación e interpretación estadística de las mediciones realizadas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: , robot Mbot, sensor de movimientos ultrasónico LoggerPro, Botella plástica, 1 Globo, 4 tapas de botella, 1 pajilla, 1 tubo de 1 cm de diámetro, Palos de brochetas, Pegamento (silicona caliente), Hilo, Un punzón, cinta aislante negra, bolígrafo grueso, planos de recorrido (sigue línea), Cinta métrica, folios blancos de 3m x 2m = 6m².

CONCEPTOS

Dentro de los objetivos del programa se encuentra la aplicación de diferentes sensores de movimientos y como la velocidad e inclinación del plano interfieren en sus recorridos, para lo cual los estudiantes a través de representaciones comprenderán diversos procesos en donde variados factores intervienen en los movimientos y trayectos.

Para introducir el tema y conectar con los conocimientos previos de los estudiantes, responden a preguntas tales como: ¿Qué es la velocidad? ¿Cómo se mide la velocidad? ¿Qué es un sensor de movimiento y como funciona? ¿La inclinación de una carretera influye en la velocidad? ¿El viento puede impulsar un coche? ¿La masa de un coche está relacionada con la velocidad en el recorrido?

PLANIFICACIÓN

Para comprender diversos fenómenos en donde interviene el viento, los estudiantes construirán un coche impulsado por esta vía, al estar la carrocería adosada a un globo que servirá como motor e impulsara el desplazamiento de este.

A través de materiales reciclados (botella plástica), los estudiantes perforaran cuatro orificios, con la finalidad de obtener los ejes de las ruedas de los coches. La creatividad de la actividad estará dada por el diseño que cada grupo de trabajo quiera aplicar a la carrocería.



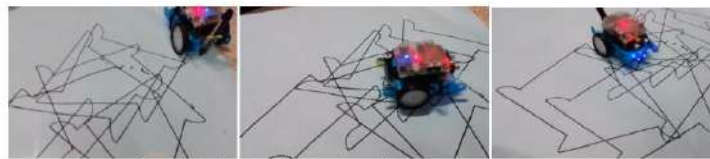
Una vez construido el coche, en la parte trasera del prototipo se introducirá un tubo de 1cm de diámetro, junto a él un globo que servirá para retener el aire e impulsara el coche. Luego de realizar diferentes pruebas en el suelo, cada grupo analizara diferentes variables necesarias de considerar para entender los desplazamientos.



- Medir diámetro del globo antes de soltar el coche.
- Calcular la distancia desde el punto de partida y el fin del recorrido.
- Determinar el tiempo de desplazamiento.
- Verificar los datos a través del sensor de movimientos ultrasónico LoggerPro.
- Realizar ecuación que pueda predecir los movimientos.
- Consensuar una explicación física de los trayectos del coche.
- Determinar el valor de la aceleración de caída libre, mediante la extrapolación de la gráfica de aceleración.

Mediante el instrumento de medida: Sensor de movimiento LoggerPro, se detectara inmediatamente el movimiento, mostrando una gráfica en donde intervienen la fuerza vs tiempo, lo cual facilita la interpretación y posterior análisis de los resultados, de igual forma se puntualiza en el funcionamiento del sensor, señalando como la emisión ondas ultrasónicas; detectará un grado de proximidad entre un otro objeto y otro.

Como actividad introductoria al análisis de los movimientos del robot, cada grupo de trabajo y a través de las aplicaciones en los móviles, diseñan diferentes dibujos mediante los movimientos del robot, la finalidad es lograr dominar y sensibilizar al estudiantes a través de la manipulación del robot en espacios reales y mediante instrucciones de trabajo.



Ejemplo de diseños de dibujos conseguidos

En grupo, los estudiantes y mediante folios blancos entregados, generan diferentes recorridos por los cuales se desplazara el robot, entendiendo que necesariamente tiene que estar delimitado por una línea negra, considerar otro recorrido paralelo para obtener conclusiones entre los dos robots que se desplazan por el circuito demarcado. De forma conjunta se realizan diferentes mediciones a través del sensor de movimiento LoggerPro, analizan y grafican los datos obtenidos, interpretando los resultados y relacionando las conclusiones a una explicación física de los movimientos y las variables que se agregan en cada trayecto.



Transfieren la información de los ejercicios en tablas estadísticas.

Mediciones con sensor	
Distancia	Tiempo

Como actividad final, cada grupo de trabajo realizara una en circuito de competencia, miden distancia en Km, m, mm, cm, etc.

Mediante la utilización del sensor de sigue línea dispuesto en el robot, se programa para que ejecutar la acción que ordene a seguir los desplazamientos por la zona delimitada por la línea negra, los estudiantes analizaran variaciones de velocidad, tiempo de desplazamiento cronometrado, distancia recorrida y distribución del plano.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

Para finalizar la actividad, los alumnos señalan a través de sus palabras lo sucedido en cada experimento realizado y comentan los fenómenos más observados dentro de los desplazamientos y la velocidad adquirida.

De esta forma y a través del método científico y las ciencias naturales, los diversos ejercicios son comprobados mediante la fundamentación teórica de la fuerza y el desplazamiento que se ha ejercido en cada coche o robot analizado.

Finalmente exponen principales conclusiones de la sesión de hoy, presentado las variaciones obtenidas en gráficos que son presentados la clase.

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 16
Marcador eléctrico y fútbol entre robots

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA (O.CN)		
O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar.		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS (C.N)
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía": 4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p>	<p>C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.</p>	<p>CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL). CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas": 1.10. Acercamiento al método de trabajo científico y su práctica en contextos de situaciones problemáticas, mediante el estudio de algunas de sus características, con planteamiento de hipótesis, recogida y registro de datos en contextos numéricos, geométricos o funcionales, valorando los pros y contras de su uso. Bloque 3: "Medidas" 3.6. Realización de mediciones. 3.15. Cálculos con medidas temporales. 3.11. Comparación de superficies de figuras planas por superposición, descomposición y medición.</p>	<p>C.E.3.2. Resolver y formular investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. Elaborar informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso.</p>	<p>MAT.3.2.2. Resuelve y formula investigaciones matemáticas y proyectos de trabajos referidos a números, cálculos, medidas, geometría y tratamiento de la información aplicando el método científico, utilizando diferentes estrategias, colaborando activamente en equipo y comunicando oralmente y por escrito el proceso desarrollado. (CMCT, CAA, SIEP). MAT.3.2.2. Elabora informes detallando el proceso de investigación, valorando resultados y conclusiones, utilizando medios tecnológicos para la búsqueda de información, registro de datos y elaboración de documentos en el proceso. (CMCT, CAA, SIEP).</p>
DURACIÓN	90 minutos	

Como una forma de poner en práctica los elementos aprendidos en electricidad y circuitos electros, los estudiantes trabajaran con materiales reciclados en la elaboración de un tablero marcador, el cual se pondrá en funcionamiento al organizar una dinámica de juego en las cual intervienen la programación y dominio de los robots Mbot. De esta manera las herramientas que han trabajado en las sesiones anteriores se pondrán en acción para resolver diversos desafíos presentados.

Relación de las actividades con STEM

S	T	E	M
Analizar trayecto de coche, velocidad y distancia en relación al plano.	programación de robot Mbot y sensores de movimiento y velocidad	Diseño de estructura y programación en base Scratch	Presentación e interpretación estadística de las mediciones realizadas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

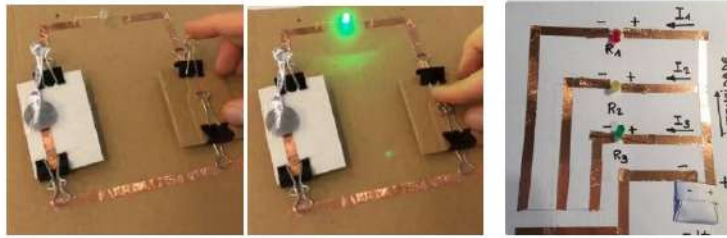
MATERIALES: robot Mbot, Baterías planas (Pila botón 3V de litio), Papel de cobre o cables paralelos, Clips de la Carpeta de Documentos de Metal (metálicos), Bombilla LED (diodos LED, Light Emitting Diode), 1 Tubos de PVC de 50 mm x 2 m, 6 codos de 45° de 50mm, 4 Te de PVC de 90° h/h de 50 mm, 2 codos de PVC de 45° de 50 mm, Herramientas: Sierra de corte.

CONCEPTOS

Uno de los objetivos principales de proyecto CISOGRA, es dominar con la mayor autonomía la programación de los robot a través de la plataforma Scratch presente en aplicaciones móviles, de igual forma, la generación de circuitos que representen una solución a retos generados en la clase y la comprensión de los elementos que interactúan en ellos y que originan el funcionamiento eficiente de la corriente. Para despertar e introducir el tema a trabajar en esta sesión, se presentan diversas preguntas, las cuales buscan relacionar los conocimientos previos de los estudiantes con los objetivos que se busca lograr. ¿Qué elementos necesitamos para generar un circuito eléctrico?, ¿Cuál será la fuente de energía que utilizaremos?, ¿Qué unidad mide el potencial eléctrico de una batería? ¿Qué son los voltio o volt? ¿Es posible construir una estructura sin pegamento?.

PLANIFICACIÓN

Los diferentes grupos de trabajo diseñan y estructuran un circuito simple, el cual tiene como objetivo encender y apagar la luz LED cada vez que se requiera, para ellos bosquejan en planos la estructura que tendrá el circuito eléctrico. Una vez trazados el esquema, y con materiales reciclados organizan la distribución de los cables o laminas de cobre, batería plana como fuente de energía y los materiales que serán identificados como interruptores.



La segunda actividad es la construcción de una estructura simple (arco de futbol), con los diferentes materiales, los grupos de trabajo diseñan previamente el montaje de las piezas para formar el proyecto final. Originalmente siguen los siguientes pasos.

Cortar los tubos con una sierra según las medidas determinados. Se debe calcular muy bien las dimensiones, ya que determinarán el tamaño que queramos darle al arco.



Como segundo paso de la estructura, es unir las partes de tubos con los codos para poder hacer la base del arco, necesariamente se tienen que ajustar firmemente para que no se desarme.



En el tercer paso es necesario extender la conexión en el otro extremo de cada uno de estos tubos. La precisión y fijación son fundamentales en esta parte del ensamblaje.



Para finalizar la estructura se deben unir mediante los codos los tubos restantes para concretar la base. De ser necesario se puede añadir una manta o reja para cubrir el arco y no escapar el balón que se utilizara posteriormente.



Una vez finalizada la estructura y ensamblado cada uno de sus partes, los grupos de trabajo calibran y organizan la programación de los robots para enfrentar el desafío siguiente.

Actividad final: los alumnos desarrollan una actividad deportiva utilizando lo aprendido en el curso, para ello verifican y calibran sus robot, desarrollan una inspección de las partes que conforman el robot, ayudados de los desatornilladores monitorean que cada pieza y sus componentes eléctricos y correcta conexión este en su lugar.

Para la actividad es necesario 4 participantes, quienes jugaran un mini partido de futbol, manejando el robot con el móvil o los mandos a distancia, en el caso de tener que desarrollar tiros de pelota detenida,

será obligatorio programar la jugada mediante Scratch, en donde analizaran variables como; la distancia y velocidad necesaria para llegar con la pelota a la portería.

Se analizaran los movimientos del robots, distancia recorrida y velocidad promedio que alcanzan en sus desplazamientos a través de los sensores de movimientos.

Cada juego será de dos participantes por equipo, en un margen de 5 minutos por encuentro, el equipo que logre mayor cantidad de goles será el ganador.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

Una vez finalizada la actividad, los grupos de trabajo analizan los datos obtenidos en el juego, revisan las variables obtenidas en relación al desplazamiento del robot y velocidades alcanzadas, transportan la información a tablas y gráficos estadísticos para su mayor interpretación.

Para generar una conclusión grupal, se presentan las siguientes preguntas: ¿Qué factores intervienen en el desplazamiento del robot? ¿Es posible mejorar sus recorridos? ¿De qué manera se puede mejorar la actividad? ¿Se pueden integrar otros sensores en la actividad? Al incorporar más robot ¿es posible tener interferencia entre ellos?

HOJA DE TRABAJO DEL MENTOR/A

Actividad 17
Ciudad Sostenible: "presentación final"

DESARROLLO CURRICULAR

OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
<p>O.CN.6. Participar en grupos de trabajo poniendo en práctica valores y actitudes propias del pensamiento científico, fomentando el espíritu emprendedor, desarrollando la propia sensibilidad y responsabilidad ante las experiencias individuales y colectivas.</p> <p>O.CN.7. Comprender la importancia del progreso científico, con el fin de valorar su incidencia y trascendencia en la mejora de la vida cotidiana de todas las personas y en el progreso de la sociedad como conjunto.</p>		
OBJETIVOS DEL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS		
<p>O.MAT.2. Emplear el conocimiento matemático para comprender, valorar y reproducir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana, en un ambiente creativo, de investigación y proyectos cooperativos y reconocen su carácter instrumental para otros campos de conocimiento</p> <p>O.MAT.7. Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar</p>		
CONTENIDOS CIENCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (C.E)	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 4: "Materia y energía":</p> <p>4.1. Electricidad: la corriente eléctrica. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.</p> <p>4.2. Diferentes formas de energía.</p> <p>4.3. Fuentes de energía y materias primas. Origen.</p> <p>4.4. Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes.</p>	<p>C.E.3.7. Identificar las diferentes fuentes de energía, los procedimientos, maquinarias e instalaciones necesarias para su obtención y distribución desde su origen y establecer relaciones entre el uso cotidiano en su entorno y los beneficios y riesgos derivados.</p> <p>C.E.3.8. Diseñar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual adecuada. Combinar el trabajo individual y en equipo y presentar el objeto construido así como un informe, teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes.</p>	<p>CN.3.5.1. Identifica y explica algunos efectos de la electricidad. Pone ejemplos de materiales conductores y aislantes explicando y argumentado su exposición. (CMCT, CCL).</p> <p>CN.3.5.3. Construye un circuito eléctrico sencillo aplicando los principios básicos de electricidad y de transmisión de la corriente eléctrica. (CMCT, CD, CAA, SIEP)</p> <p>CN.3.7.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, diferenciándolas e identificando las materias primas, su origen y transporte.</p> <p>CN.3.7.2. Identifica y describe los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía para un desarrollo sostenible. (CMCT, CCL, CD, CAA, CSYC).</p>
CONTENIDOS MATEMÁTICAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES/ COMPETENCIAS
<p>Contenidos: Bloque 1: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas":</p> <p>1.2. Resolución de problemas de la vida cotidiana en los que intervengan diferentes magnitudes y unidades de medida con números naturales, decimales, fracciones y porcentajes.</p> <p>1.3. Resolución de problemas de la vida cotidiana utilizando estrategias personales y relaciones entre los números, explicando oralmente el significado de los datos, la situación planteada, el proceso, los cálculos realizados y las soluciones obtenidas, y</p>	<p>C.E.3.1. En un contexto de resolución de problemas sencillos, anticipa una solución razonable y busca los procedimientos matemáticos más adecuado para abordar el proceso de resolución. Valorar las diferentes estrategias y perseverar en la búsqueda de datos y soluciones precisas, tanto en la formulación como en la resolución de un problema. Expresar de forma ordenada y clara, oralmente y por escrito, el proceso seguido en la resolución</p>	<p>MAT.3.1.1. En un contexto de resolución de problemas sencillos, anticipa una solución razonable y busca los procedimientos matemáticos adecuados para abordar el proceso de resolución.</p> <p>MAT.3.1.2. Valora las diferentes estrategias y persevera en la búsqueda de datos y soluciones precisas, tanto en la formulación como en la resolución de un problema. (CMCT, CAA, SIEP).</p> <p>MAT.3.1.3. Expresa de forma ordenada y clara, oralmente y por escrito, el proceso seguido en la</p>

formulando razonamientos para argumentar sobre la validez de una solución identificando, en su caso, los errores. Bloque 5: Estadística y probabilidad 5.1 Gráficos estadísticos: diagramas de barra. 5.2. Interpretación y construcción de tablas elementales.	de problemas.	resolución de problemas.
DURACIÓN	90 minutos	

Como una forma de finalizar el taller CISOGRA, los estudiantes de forma planificada demostraran al resto de la comunidad educativa, los elementos que intervienen en el desarrollo y creación de la ciudad sostenible, cada grupo de trabajo presentara los elementos didácticos y curriculares que intervienen en el plano desarrollado.

Relación de las actividades con STEM



Trabajo en elementos de Ciudad sostenible, huella energética y electricidad.



Manejo y programación de robot Mbot



Organización y desarrollo de estrategias de recorrido de los robots



Cuantificar diferencias en aspectos económicos al mejorar la eficiencia energética

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

MATERIALES: Ciudad sostenible (plano, maqueta, edificios, instalaciones eléctrica, paneles solares, sistema eólicos, robot Mbot, móviles con aplicaciones)

CONCEPTOS

Uno de los objetivos del programa ciudad sostenible CISOGRA-Robotics se relaciona con generar en los estudiantes una familiarización con diversos objetos que interactúan día a día, los cuales buscan cambiar el concepto de utilización de energía. De esta forma vemos como en el proceso de construcción y montaje de la ciudad se han involucrado diversos elementos relacionados con esta temática, los cuales buscan generar una conciencia medio ambiental y la fomentación de alternativas de fuentes de energía, conjuntamente con la familiarización de elementos de la programación en robótica, entre otros.

Para introducir el tema a trabajar, se plantean diferentes preguntas, tales como: ¿La ciudad sostenible, representa la realidad de Granada? ¿Qué tipo de energías encontramos en la maqueta? ¿Se pueden introducir mejoras? ¿De qué forma afectaría la programación en una ciudad real? ¿Es posible traducir la ciudad sostenible a la realidad?

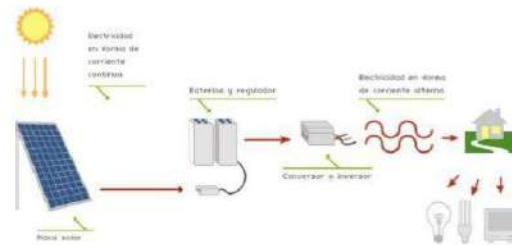
PLANIFICACIÓN

Como una manera de dar a conocer los diferentes alcances de los aprendizajes desarrollados durante la creación de la ciudad sostenible, los alumnos presentan la ciudad y sus diferentes componentes de forma grupal. Los representantes de cada grupo, exponen sobre una temática asignada, de esta forma tenemos:

Grupo 1: energía solar y placa mCore:

El estudiante representante de grupo, expone sobre la construcción de la energía solar en nuestra ciudad sostenible, señala las potencialidades, costos, beneficios para el medio ambiente, especificando el proceso en el cual menciona como es captada la energía y esta a su vez se almacena para su posterior

distribución, expresan a través de gráficos (previamente confeccionados) comparaciones económicas, que una familia puede generar a través de un año.

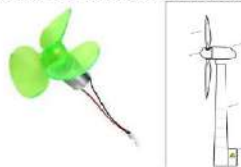


En el mismo sentido, y para dar a conocer el material trabajado; muestran la placa mCore, señalando sus componentes electrónicos de entrada y salida de información, destacan la opción de fuentes de energía que se pueden utilizar para su funcionamiento, ya sea a través de pilas o baterías de litio.



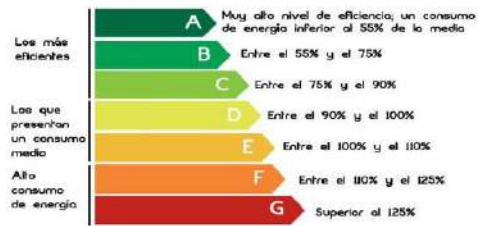
Grupo 2: energía eólica y eficiencia energética.

Los estudiantes del grupo dos, exponen sobre el funcionamiento de la energía eólica, muestran en la ciudad sostenible, los edificios que son alimentados utilizando esta fuente de energía y cómo funciona el almacenamiento, mediante laminas muestran la captación de la energía, almacenamiento, partes de la torre y posterior distribución, la cual se encuentra reproducida a modo de escala en nuestro proyecto. Finalmente dan conocer en gráficos y tablas de información, diferentes datos que muestran a la energía eólica como una fuente de generación eléctrica eficiente y amigable con el medio ambiente.



Para finalizar la presentación del grupo dos y mediante fichas de trabajo, los estudiantes muestran al resto de la clase, la importancia de saber interpretar la etiqueta de eficiencia energética, para ello analizan la relación de consumo entre un artefacto comúnmente utilizado en los hogares de consumo medio y de alto, realizan diferentes demostraciones utilizando elementos estadísticos para su comprobación, de igual forma, exponen sobre los avances de la ciencia en la generación de elementos utilicen de mejor forma la energía, señalan ejemplos.

INTERPRETACIÓN DE LAS ETIQUETAS

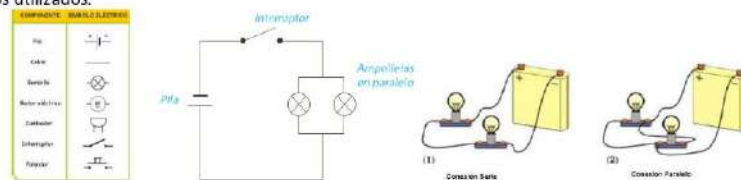


Grupo 3: jardines verticales y circuitos eléctricos:

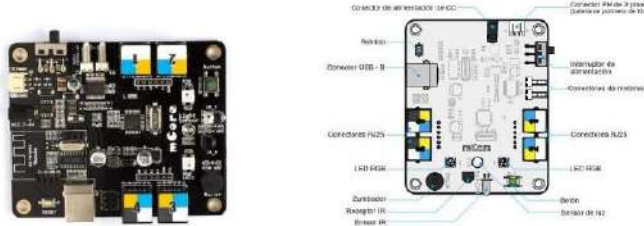
Los integrantes del grupo 3 dan a conocer los diversos factores que intervienen en la construcción de un jardín vertical, ya sea en nutrientes para la tierra, horas de luz que la planta, estableciendo una relación con los puntos cardinales en el espacio de trabajo, volumen de sustratos y aditivos en función a la planta que se requiera instalar, control del volumen de agua y riego según la necesidad, impacto del viento sobre las plantas, semillas y frutos.



Posteriormente, señalan los diferentes circuitos eléctricos presentes en nuestra ciudad sostenible, señalan la cantidad de metros utilizados en todo el cableado ocupado, las bombillas necesarias para iluminar nuestra maqueta, los interruptores existentes, las diferentes fuentes de alimentación eléctrica. Presentan planificación del circuito utilizado es la actividad, describiendo las conexiones en serie y paralelos utilizados.



Del mismo modo, los alumnos presentan la placa Mbot mCore, en la cual señalan los principales componentes electrónicos presentes en el robot y como estos son indispensables para la autonomía del funcionamiento y programación.



Grupo 4: programación en base Scratch y montaje Mbot

Los integrantes del grupo 4, muestran las particularidades que posee el montaje del robot, dos alumnos son encargados de montar en 15 minutos un robot, mientras otros dos alumnos desmontan el robot en el mismo tiempo, desarrollando una integración y conocimiento de sus componentes, al mismo tiempo, realizando variadas pruebas electro mecánicas de sus piezas. Como actividad final, realizan una configuración del robot, mostrando sus habilidades en programación y automatización de este, con la finalidad de realizar un recorrido por las calles de la ciudad sustentable.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD:

Como una forma de cerrar la actividad, los alumnos intercambian experiencias sobre lo trabajado desde el día 1 hasta la presentación de la ciudad sustentable, reflexionan en torno a diferentes preguntas tales como:

¿Es posible construir una ciudad sustentable a escala real? ¿Se puede generar una alternancia entre las diferentes fuentes de energía existentes?, ¿de qué forma la robótica se puede incorporar a nuestras actividades del día a día? ¿Qué mejoras o incorporaciones presentarías para una próxima ciudad sustentable?

A modo de conclusión, se menciona la necesidad de generar un cambio en la forma que utilizamos la energía en nuestros hogares y la urgencia de formar a los estudiantes en base a una conciencia ambiental.

Responden le siguiente Test para identificar elemento a mejorar de la huella ecológica, con la finalidad con evaluar el avance con el cuestionario contestado anteriormente.

https://drive.google.com/open?id=1i27qCys6xUtis56WIERKkCtGXX_kbWqh

4.3. Presentación

Los resultados de la investigación didáctica que presentamos a continuación, representan uno de los ejes centrales de este trabajo, sus resultados están vinculados directamente con los objetivos específicos que nos trazamos en un comienzo, encontrando en sus conclusiones muchas similitudes a trabajos antes expuestos por otros autores, sobre el avance de la robótica en contextos retantes y primarios a nivel escolar. Es importante destacar que el proyecto se llevó cabo en sectores de alta vulnerabilidad escolar de la ciudad de Granada en donde uno de estos aspectos que interesa resaltar fue la implementación del proyecto en torno al fomento de inclusión educativa, mediante la colaboración entre comunidad y escuela, siendo conocido como “Comunidades de Aprendizaje” (e.g. Flecha y Puigvert, 2002) las que son definidas por la Junta de Andalucía, por medio de la Orden por la que se regula el procedimiento de inscripción y continuidad de centros reconocidos como Comunidad de Aprendizaje y se crea la Red Andaluza Comunidades de Aprendizaje (2012) como:

“un proyecto de transformación que desde los centros educativos [...] está focalizado en el éxito escolar y, en el cual, el proceso de enseñanza-aprendizaje no recae exclusivamente en manos del profesorado, sino que depende de la implicación conjunta del personal del centro educativo y de diferentes sectores: familias, asociaciones y voluntariado.” (p. 47)

El proyecto CISOGRA es implementado en un centro educativo concertado de la ciudad de Granada (España), el cual integra el proyecto educativo de Comunidades de Aprendizaje (Red Andaluza de comunidades de Aprendizaje, 2012) y tiene como finalidad realizar un cambio en actitudes en ciencia y matemáticas en los participantes, para este objetivo utilizamos los siguientes cuestionarios: Los dos instrumentos administrados para caracterizar las actitudes fueron:

a) Three-Dimensions of Students Attitude Towards Science –TDSAS de Zhang y Campbell (2011). Es una escala Likert con 5 niveles de respuesta (desde totalmente en desacuerdo a totalmente en acuerdo), que consta de 28 ítems, agrupados en tres dimensiones: 1) sentimiento afectivo sobre la ciencia, 2) tendencia conductual en el aprendizaje de la ciencia, 3) juicio cognitivo de la ciencia. El TDSAS, que fue diseñado para estudiantes de Educación Primaria, se ha demostrado fiable (alfa de Cronbach entre 0,62 y 0,91) y válido (el análisis factorial confirmatorio que justifica la estructura factorial del instrumento) en su aplicación original de Zhang y Campbell (2011), siendo traducido al español por Fernández et al. (2020).





b) Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) de Palacios, Arias, y Arias, (2014). Esta escala Likert consta de 5 niveles de respuesta (desde totalmente en desacuerdo a totalmente en acuerdo) y 32 ítems, agrupados en 4 dimensiones: 1) Percepción de la competencia matemática, 2) Gusto por las matemáticas, 3) Percepción de la utilidad, 4) Autoconcepto matemático. (Valoración y utilidad de las matemáticas en contextos afectivos y de utilidad en escenarios generales) se ha demostrado fiable (alfa de Cronbach entre 0,53 y 0,93) y válida (el análisis factorial confirmatorio que justifica la estructura factorial del instrumento).

Finalmente podemos agregar que cada participante cumplió cada proceso dentro del taller Cisogra de forma eficiente según sus expectativas y nuestros objetivos de trabajo

4.4. Artículo 5 Una ciudad sostenible y robots, un proyecto STEM: cómo mejorar la actitud hacia las ciencias y las matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de Primaria de España

1 **Una ciudad sostenible y robots, un proyecto STEM: cómo**
2 **mejorar la actitud hacia las ciencias las y matemáticas en**
3 **estudiantes de 5° y 6° de Educación Primaria de España**
4 *A sustainable city and robots, a STEM project: how to improve the attitude towards*
5 *science and mathematics in 5th and 6th grade primary students in Spain*

6 **NO CUMPLIMENTAR ESTA INFORMACIÓN**

7  **Apellidos, Autor¹**
8 Afiliación 1, ORCID, e-mail@e-mail.com
9  **Apellidos, Autor²**
10 Afiliación 2, ORCID, e-mail@e-mail.com
11  **Apellidos, Autor³**
12 Afiliación 3, ORCID, e-mail@e-mail.com
13  **Apellidos, Autor⁴**
14 Afiliación 4, ORCID, e-mail@e-mail.com

15 **Recibido:** XXXX/XX/XX; **Revisado:** XXXX/XX/XX; **Aceptado:** XXXX/XX/XX; **Preprint:** XXXX/XX/XX; **Publicado:** XXXX/XX/XX (no cumplimentar)

16 **RESUMEN**

17 El resumen debe seguir el sistema IMRYD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión) Se presenta una investigación
18 asociada a la implementación de un proyecto interdisciplinar, con un enfoque STEM, aplicado en un centro educativo de
19 Educación Primaria en un contexto vulnerable. El trabajo con los estudiantes se realizó según una metodología de indagación
20 y resolución de problemas. Se sigue un diseño cuasi-experimental utilizándose como variables dependientes la actitud hacia
21 las ciencias y las matemáticas, analizadas pre-intervención y pos-intervención. El grupo experimental lo conforman 15
22 estudiantes de 3º ciclo, formándose el grupo control a partir de un proceso matching con el resto de estudiantes del centro.
23 Los hallazgos informan que la implementación del programa STEM genera mejores resultados en la actitud hacia las ciencias
24 ($p=,004$ TE= 1,254) que las matemáticas ($p=,574$ TE=,382) las herramientas tecnológicas utilizadas, el tiempo de trabajo y el
25 proceso de conexión entre disciplinas en STEM refuerzan el trabajo realizado. Finalmente, la investigación implica que existe
26 la necesidad de aumentar la comprensión de las interrelaciones entre los aspectos de STEM, y la necesidad de desarrollar
27 modelos de aprendizaje basados en STEM para apoyar la aplicación de STEM en los aprendizajes.

29 **ABSTRACT**

30 The summary should follow the IMRYD system (Introduction, Methodology, Results and Discussion). An investigation
31 associated with the implementation of an interdisciplinary project, with a STEM approach, applied in a Primary Education
32 center in a vulnerable context is presented. The work with the students was carried out according to a methodology of inquiry
33 and problem solving. A quasi-experimental design is followed, using as dependent variables the attitude towards science and
34 mathematics, analyzed pre-intervention and post-intervention. The experimental group is made up of 15 3rd cycle students,
35 forming the control group from a matching process with the rest of the students at the center. The findings inform that the
36 implementation of the STEM program generates better results in the attitude towards science ($p=,004$ TE= 1,254) than
37 mathematics ($p=,574$ TE=,382) the technological tools used, the work time and the connection process between disciplines in
38 STEM reinforce the work carried out. Finally, the research implies that there is a need to increase the understanding of the
39 interrelationships between aspects of STEM, and the need to develop models of learning based on STEM to support the
40 application of STEM in learning.

42 **PALABRAS CLAVES**

@PIXEL-BIT, xx|20XX|<https://doi.org/xxxxxxx> (a cumplimentar por los editores)



43 Educación STEM; robótica educativa; actitud hacia las ciencias; actitud hacia las matemáticas; Educación sostenible;
44 educación inclusiva

45 **KEYWORDS**
46 STEM education; educational robotics; attitude towards science; attitude towards mathematics; Sustainable education;
47 inclusive education

48 **1. Introducción**

49 El movimiento STEM (acrónimo, por sus siglas en inglés, de *Science, Technology,*
50 *Engineering y Mathematics*) surge como una respuesta a la necesidad de ampliar
51 competencias en el estudiantado preparándolo para un mundo cada vez más condicionado
52 por los avances científicos y tecnológicos; es decir es consecuencia de un impulso de
53 gobiernos como el de Estados Unidos de cara a promover su competitividad económica
54 global (Bybee, 2013). Para Martín-Páez et al. (2019) Los aprendizajes desarrollados en
55 base a una educación STEM, se generan como el resultado de la integración de diversos
56 contenidos, siendo indispensable su fomento en procesos de tecnificación (Kim y Lee, 2016;
57 Sanders, 2009). Resulta fundamental presentar la integración de la educación STEM a los
58 procesos de enseñanza y aprendizaje, considerando el potencial científico transversal que
59 presenta el desarrollo de actividades enmarcadas en la adquisición de competencias
60 científicas matemáticas, y tecnológicas (MECD, 2014; Michael et al. 2017).

61 La investigación educativa ha puesto de manifiesto que los aprendizajes están muy
62 condicionados por las actitudes, siendo, por ende, cruciales para favorecer los aprendizajes
63 (e.g. Osborne et al., 2003). Para Gómez-Montilla & Ruiz-Gallardo (2016) la actitud es vista
64 como un constructo complejo multidimensional compuesto por componentes cognitivos y
65 afectivos.

66 Y aunque la necesidad de las sociedades es aumentar el número de egresados en
67 titulaciones STEM, además de mejorar la alfabetización científico-matemática, esto no se
68 consigue si no se trabaja específicamente en los niveles educativos más elementales que
69 es donde se propician esas actitudes positivas hacia las ciencias (Maltese y Tai, 2010) y
70 las matemáticas (Arabit-García & Prendes-Espinosa, 2020). Sin embargo, en el panorama
71 educativo actual, particularmente el de España, presenta un currículum muy atomizado en
72 materias específicas. Una alternativa a esta dificultad es aprovechar horarios
73 extraescolares, que investigaciones previas ponen de manifiesto como un medio adecuado
74 para promover el trabajo en el ámbito STEM (Young et al., 2017; Hervás-Torres et al., 2017).

75 Ante este escenario, el proyecto Ciudad Sostenible Granada (CISOGRA) aquí
76 presentado, busca reforzar disciplinas STEM, en estudiantes de 5º y 6º curso de Educación
77 Primaria en un contexto diverso y vulnerable y fomentar la mejora en actitud hacia las
78 ciencias y las matemáticas, a través de robótica educativa y métodos de trabajo
79 integradores, potenciando y acercando la tecnología, ciencias y matemáticas mediante
80 acciones creativas y concretas en los campos educativos STEM; poniendo el énfasis en las
81 energías renovables y promoviéndose valores para el cuidado del medioambiente y la
82 sostenibilidad.

83 **2. STEM, robótica género, sostenibilidad e inclusión educativa**

84 Al analizar la literatura existente vinculada con el desarrollo de habilidades y actitudes
85 hacia la educación STEM, observamos que Doménech-Casal (2018) señala que, para

@PIXEL-BIT, xx|20XX|<https://doi.org/xxxxxxx> (a cumplimentar por los editores)

2/16

86 cumplir con este objetivo, es necesario conectar el trabajo mediante diversas metodologías
87 de aprendizaje, con la interacción de componente didáctico y herramientas tecnológicas.

88 La educación STEM no debe ser concebida como una disciplina en donde lo
89 fundamental sea el contenido, más bien su rol didáctico de la enseñanza (Zollman, 2012).
90 Se pone de manifiesto la necesidad de entregar una educación científica en la práctica,
91 estableciendo relaciones entre los diversos contenidos y procedimientos trabajados,
92 dotando al estudiante de aprendizajes en el cómo y para que dé la tarea (Bybee, 2010).

93 La revisión de la literatura muestra estudios del enfoque STEM en diversos contextos
94 educativos. Por ejemplo, Horwedel (2006), a través de su programa de intervención en el
95 contexto americano, nos muestra como el fomento de competencias científico tecnológico
96 en etnias minoritarias de EEUU, incentiva la elección por carreras STEM. Del mismo modo,
97 Gross y Gross (2016) y Gates, (2017) demuestran que es posible incentivar y mejorar la
98 motivación de los estudiantes, por medio de actividades inmersas en el contexto STEM.

99 Ante la necesidad de dar respuesta al creciente interés por aumentar la participación
100 en áreas científicas-tecnológicas los avances tecnológicos han reducido su costo, de esta
101 forma se ha facilitado el uso de robots en las aulas, como una forma de enfrentar los
102 problemas. En este sentido, la robótica es vista como una respuesta a situaciones
103 cotidianas, mediante acciones auténticas que posibilitan aprendizajes, equilibrando
104 conocimientos de ciencias y matemáticas, desarrollando técnicas de creatividad,
105 deliberadas y estructuradas (Nemiro et al. 2015). Para Kim y Lee (2016) el trabajo con
106 robots educativos posee un impacto directo en el aprendizaje de los estudiantes (como
107 material nuevo), despertando procesos sociales y metacognitivos, mediante el impacto en
108 áreas temáticas como las científicas y las de desarrollo personal o social. Como
109 antecedente Benitti (2012) informa que las diferentes aplicaciones facilitadas por la
110 tecnología robótica en educación se han centrado en apoyar la enseñanza de materias que
111 están estrechamente relacionadas con esta temática, en donde la programación,
112 construcción de robots y mecánica son las áreas mayormente utilizadas.

113 Para Julià y Antolí (2015) la diversidad de aplicaciones multidisciplinares de la robótica
114 en el área educativa ayuda a mejorar la motivación, actitud y capacidades de los estudiantes,
115 representando una oportunidad para acercar la tecnología en las aulas, y aplicar a la
116 resolución de problemas, creatividad de diseños y el trabajo cooperativo en grupos. Nemiro
117 et al. (2015) enfatizan en el carácter transdisciplinario que ofrece el trabajo con robot,
118 involucrando responder a desafíos que combinan áreas de la mecánica, ingeniería,
119 electrónica e informática, promocionando un nuevo enfoque de trabajo, el cual involucra la
120 introducción al desarrollo del pensamiento computacional y programación a través de la
121 robótica (Marrero, 2019).

122 Para Nemiro et al. (2015) el refuerzo en la concepción de la robótica, es entendida
123 como estrategia motivacional, un medio desafiante para acercar las áreas STEM. Combinar
124 las instrucciones de programación y la interacción con los robots, despierta la motivación y
125 afectividad por las áreas trabajadas. La programación desarrollada en robots ofrece
126 diversas experiencias de aprendizaje, incentivando la atención en lograr metas y desafíos
127 a corto plazo (Barak y Zadok, 2009)

128 Particularmente, cabe destacar la interfaz gráfica de Scratch que ofrece un lenguaje de
129 programación amigable con los participantes, óptimo para los estudiantes sin experiencia,
130 favoreciendo un método de aprendizaje activo, que utiliza una secuencia de comandos a
131 modo de mosaico facilitando la ideación de instrucciones transmitidas a los robots, mediante

132 el arrastre de iconos pre establecidos (Barak y Zadok, 2009; López-Escribano y Sánchez-
133 Montoya, 2012).

134 Cada vez es más común ver los esfuerzos centrados en la igualdad de roles, orientados
135 a incorporar de forma directa a la mujer, por ejemplo, en diferentes proyectos de Educación
136 STEM. En este sentido Barragán y Ruiz (2013) analizan la oportunidad que representa la
137 igualdad de género en el mundo científico, resaltando la integración y cooperación que se
138 desarrolla al buscar aprender en un ambiente colaborativo, y en un clima de igualdad entre
139 hombres y mujeres.

140 Lograr una igualdad de género en las disciplinas STEM requiere de diferentes
141 esfuerzos; por ejemplo, es necesario fomentar una participación desde edades iniciales en
142 los estudiantes, de esta forma, se ofrecen igualdad de oportunidades para el logro las metas
143 iniciales. En definitiva, es necesario fomentar medidas para acercar a las mujeres a estudiar
144 y desarrollar carreras profesionales en entornos tecnológicos-científicos, aumentando el
145 reclutamiento a una edad temprana, como parte de una estrategia importante de inclusión
146 en estas disciplinas (Spelke, 2005;).

147 Sin duda, la educación para la sostenibilidad representa otra de las necesidades de un
148 mundo que vive en una crisis climática global. Particularmente, formar y concienciar sobre
149 las fuentes de energía renovables y el uso adecuado de los materiales (Regla de las 3R),
150 representan una solución ante los escenarios mundiales que nos encontramos (Duque et
151 al. 2011). La sostenibilidad nos muestra una oportunidad de generar desafíos, actuando de
152 forma transversal; en las ciencias encuentra fácilmente su soporte curricular implicando un
153 cambio de conciencia en los estudiantes, quienes con acciones concretas ensayan cómo
154 es posible generar un cambio social (Sauvé, 2000).

155 Finalmente, hay que mencionar que la educación y propuestas STEM al igual que la
156 inclusión de nuevas tecnologías, ha sido percibida como un elemento segregador más en
157 lugar de como una oportunidad para mejorar la inclusión educativa. Sin embargo, Ramírez
158 & Sosa (2013) presenta experiencias en las que el aprendizaje de la robótica se desarrolla
159 interdisciplinariamente permitiendo fomentar el trabajo en equipo, aprendizaje colaborativo,
160 mediante una propuesta inclusiva en diversos contextos socioeconómicos. Este tipo de
161 experiencias es facilitado por un proyecto educativo como el de "Comunidades de
162 Aprendizaje", dentro de la esfera de la educación inclusiva, y que impulsa de manera
163 extraordinaria la colaboración entre comunidad y escuela, y que implica la potenciación de
164 las interacciones entre los estudiantes favorecedores del aprendizaje, las altas expectativas
165 hacia los estudiantes y extensión del tiempo de aprendizaje (e.g. Flecha y Puigvert, 2002).

166 En este trabajo se trata pues de integrar todos estos aspectos mencionados en el
167 marco teórico, en un proyecto único que cristalice en el diseño de una propuesta educativa
168 en Educación Primaria y la evaluación de su impacto en las actitudes de los escolares.

169 3. Objetivo e hipótesis de la investigación

170 El objetivo del proyecto asociado a esta investigación es diseñar, implementar y evaluar
171 un programa educativo inclusivo para 3º ciclo de Educación Primaria con enfoque STEM
172 que involucre la robótica, programación y educación para la sostenibilidad, y que fomente
173 la mejora de la actitud hacia las ciencias y las matemáticas.

174 Se asumen las siguientes hipótesis:

175 H1. Se mejora la actitud hacia las ciencias y las matemáticas.

176 H2. Se fortalecen las competencias y conocimientos científicos, tecnológicos,
177 ingenieriles y matemáticos de los estudiantes puesto de manifiesto en las calificaciones
178 escolares de las materias de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas.

179 **4. El proyecto CISOGRA (Ciudad Sostenible Granatensis-Robotics)**

180 El proyecto piloto Ciudad Sostenible Granatensis-Robotics, está destinado a
181 estudiantes de 5º y 6º curso de Educación Primaria de contextos de vulnerabilidad de la
182 ciudad de Granada. Esta experiencia, que se desarrolla en horario extraescolar de tarde,
183 se desarrolla en 12 sesiones de trabajo (una por semana), con 30 minutos destinados a
184 apoyo escolar en el área de ciencias y matemáticas y 60 minutos de proyecto de práctica y
185 construcción de una "ciudad sostenible". El proyecto CISOGRA es implementado en un
186 centro educativo concertado de la ciudad de Granada (España), el cual integra el proyecto
187 educativo de Comunidades de Aprendizaje (Red Andaluza de comunidades de Aprendizaje,
188 2012).

189 El proyecto, pretende generar un cambio en la actitud y rendimiento en las ciencias,
190 tecnología y matemáticas por medio de una propuesta con enfoque de trabajo en las áreas
191 STEM, llevadas a la práctica a través de la programación (Scratch) en diversos robots
192 (mBot). Se materializa en la construcción de un modelo de ciudad sobre la cual, entre otras
193 acciones, se programan los recorridos del robot. Dicha construcción se encuentra vinculada
194 al desarrollo curricular trabajado de manera formal en horario lectivo en el centro escolar;
195 implica experiencias que permiten a los estudiantes interactuar y enriquecer sus
196 aprendizajes. De esta forma enlazamos la programación computacional en entornos
197 Scratch y los beneficios referidos en la adquisición de destrezas y habilidades, mejorando
198 las capacidades de razonamiento, pensamiento inductivo, reflexivo y trabajo cooperativo
199 bajo un enfoque STEM (Marrero, 2019)

200 Los contenidos abordados pertenecientes a los bloques de contenido de: a) Ciencias:
201 "Materia y Energía", "La tecnología, los objetos y las máquinas" (MECD, 2014); b)
202 Matemáticas: "Procesos, métodos y actitudes matemáticas", "Medidas", "Estadística y
203 Probabilidad" (MECD, 2014).

204 **5. Método**

205 Esta investigación presenta un diseño cuasi-experimental pre y post-test con un grupo
206 control (Cohen et al., 2000) establecido por un proceso de "matching" para las variables
207 dependientes actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificación
208 académica.

209 **6. Método**

210 Esta investigación presenta un diseño cuasi-experimental pre y post-test con un grupo
211 control (Cohen et al., 2000) establecido por un proceso de "matching" para las variables
212 dependientes actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificación
213 académica.

214 **6.1 Participantes**

215 Los participantes en el proyecto CISOGRA (grupo experimental) han sido 15
216 estudiantes (6 chicas y 9 chicos), pertenecientes a los 4 grupos-clase de 5º y 6º de

@PIXEL-BIT, xx|20XX|<https://doi.org/xxxxxxx> (a cumplimentar por los editores)

5/16

217 Educación Primaria del centro educativo mencionado en el apartado 4 (11 de 5º curso y 4
218 de 6º curso). La selección de estos participantes ha sido por autoselección, por el interés y
219 disponibilidad de los mismos para enrolarse en el proyecto, lo que implica un muestreo no
220 probabilístico intencional (Hernández et al., 2010).

221 El resto de los estudiantes del centro, aunque por diversas razones no llegaron a formar
222 para de la intervención, sí que accedieron a participar en la toma de datos contestando a
223 los cuestionarios utilizados en la investigación. De este grupo de estudiantes, se ha
224 procedido a conformar un grupo control con el que comparar los resultados del grupo
225 experimental. Para la elaboración de dicho emparejamiento se han buscado estudiantes
226 que tuvieran el mismo sexo, en el mismo curso y que tuvieran la misma docente (o lo que
227 es lo mismo, que fueran de la misma clase) que sus homólogos de grupo experimental,
228 dada la importancia de estas variables en el desempeño escolar (Cohen et al., 2000).
229 Adicionalmente a estos criterios, para el emparejamiento también se ha considerado,
230 simultánea y acumulativamente, los valores pre-test de las cuatro variables dependientes:
231 actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificaciones en las materias
232 escolares de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas (Tabla 1). Para estas variables, no
233 se han podido evitar diferencias individuales en cada emparejamiento (experimental -
234 control), procurándose que fueran de signo diferente, de manera que las diferencias
235 globales fueran mínimas y estadísticamente no significativas de acuerdo con la prueba U-
236 Man Whitney (Tabla 1).

237 6.2 Instrumentos y variables

238 Los dos instrumentos administrados para caracterizar las actitudes, variables
239 dependientes de este estudio, fueron:

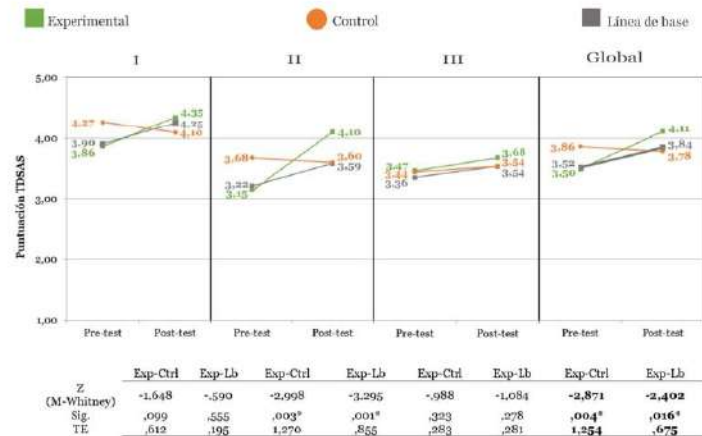
240 a) Three-Dimensions of Students Attitude Towards Science –TDSAS de Zhang y
241 Campbell (2011). Es una escala Likert con 5 niveles de respuesta (desde totalmente en
242 desacuerdo a totalmente en acuerdo), que consta de 28 ítems, agrupados en tres
243 dimensiones: 1) Sentimiento afectivo sobre la ciencia; 2) Tendencia conductual en el
244 aprendizaje de la ciencia; 3) Juicio cognitivo de la ciencia. El TDSAS, que fue diseñado para
245 estudiantes de Educación Primaria, se ha demostrado fiable (alfa de Cronbach entre ,62
246 y ,91) y válido (el análisis factorial confirmatorio que justifica la estructura factorial del
247 instrumento) en su aplicación original de Zhang y Campbell (2011), siendo traducido al
248 español por Fernández et al. (2020).

249 b) Escala de Actitud hacia las Matemáticas (EAM) de Palacios, Arias, y Arias, (2014).
250 Esta escala Likert consta de 5 niveles de respuesta (desde totalmente en desacuerdo a
251 totalmente en acuerdo) y 32 ítems, agrupados en 4 dimensiones: 1) Percepción de la
252 competencia matemática; 2) Gusto por las matemáticas; 3) Percepción de la utilidad; 4)
253 Autoconcepto matemático. Se ha demostrado fiable (alfa de Cronbach entre ,53 y ,93) y
254 válido (el análisis factorial confirmatorio que justifica la estructura factorial del instrumento).

255 Además, se cuenta con los boletines de calificaciones académicas de Ciencias de la
256 Naturaleza y Matemáticas de los estudiantes, las otras dos variables dependientes de este
257 estudio, que corresponden a la evaluación realizada por sus maestras. Dicha evaluación,
258 según la legislación vigente (MECD, 2014), tiene naturaleza competencial.

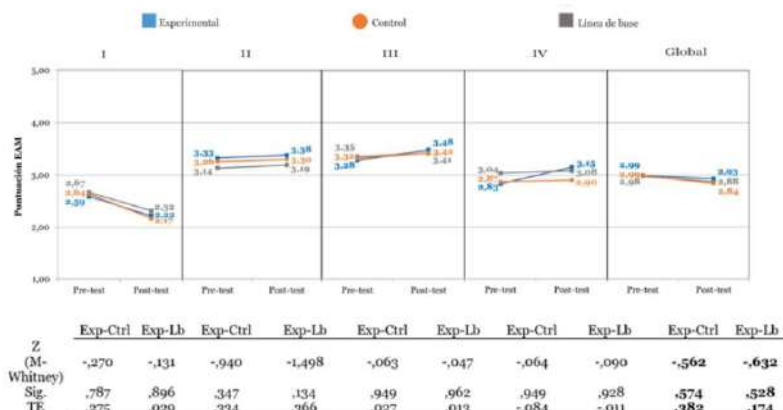
259 7. Resultados

260 En las figuras 1 y 2, y en la propia Tabla 1 se sintetizan los resultados obtenidos de
 261 actitud hacia las ciencias y actitud hacia las matemáticas.



262
 263 **Figura 1. Resultados del cuestionario TDSAS agrupados por sus 3 dimensiones (I:**
 264 **sentimiento afectivo sobre la ciencia; II: tendencia conductual en el aprendizaje de la**
 265 **ciencia; III: juicio cognitivo de la ciencia). En la parte inferior se ofrecen los valores de Z de**
 266 **la prueba U de Mann-Whitney, los p valores (significatividad) y los tamaños del efecto**
 267 **medido como "d" de Cohen (TE) fruto de comparar los grupos indicados en el postest**

268 En cuanto a la actitud hacia las ciencias (Figura 1), considerando las puntuaciones
 269 globales, se observa una tendencia de mejora en el grupo control y en la línea base
 270 (conjunto de los datos) tras la intervención, aunque no así en el grupo control. Asimismo,
 271 se aprecia, una diferencia entre el grupo control y experimental, a favor del último, de +,33
 272 que es estadísticamente significativa ($p = ,004$) y del tamaño del efecto ($TE = ,68$).
 273 Considerando las dimensiones individualmente, la tendencia conductual en el aprendizaje
 274 de la ciencia, ha sido la que ha experimentado mayor diferencia entre ambos grupos (+,5 a
 275 favor del grupo experimental), siendo esta estadísticamente significativa ($p = ,003$) y con el
 276 mayor valor del tamaño del efecto para todas las dimensiones ($TE = 1,27$). Esta dimensión
 277 es especialmente interesante para nuestra investigación debido a que se relaciona con la
 278 valoración de los estudiantes hacia la importancia de las ciencias en la sociedad, lo que
 279 podría ser un predictor importante a la hora de la selección de una titulación universitaria
 280 de tipo científico, quizás incluso STEM. Sin embargo, en las dimensiones sentimiento afectivo
 281 sobre la ciencia y juicio cognitivo de la ciencia, aunque el grupo experimental tiene mayor
 282 puntuación, las diferencias entre el grupo control y el experimental no son significativas. Sí
 283 que se observan tamaños del efecto medio ($,62$) y bajo ($,28$) para ambas dimensiones.



284
285
286
287
288
289

Figura 2. Resultados del cuestionario EAM agrupados por sus 4 dimensiones (1. Percepción de la competencia matemática; 2. Gusto por las matemáticas; 3. Percepción de la utilidad; 4. Autoconcepto matemático). En la parte inferior se ofrecen los valores de Z de la prueba U de Mann-Whitney, los p valores (significatividad) y los tamaños del efecto medido como “d” de Cohen (TE) fruto de comparar los grupos indicados en el postest.

290 Respecto de la actitud hacia las matemáticas considerando puntuaciones globales
291 (Figura 2), se observa una ligera tendencia de empeoramiento en los grupos control y
292 experimental y también en la línea base tras la intervención. Asimismo, se aprecia, una
293 diferencia entre ambos grupos a favor del grupo experimental, de +,09 que no es
294 estadísticamente significativa. No obstante, el tamaño del efecto (TE ,382) se encuentra en
295 un rango medio, lo que indicaría, a priori, que el programa ha tenido cierta efectividad en la
296 mejora de la actitud hacia las matemáticas. En el análisis por dimensiones, se observan
297 puntuaciones siempre ligeramente superiores en el grupo experimental respecto al control
298 no llegando nunca a ser las diferencias estadísticamente significativas. Además, las
299 variaciones del postest respecto al pretest son de mejora en su p .574, a excepción de la
300 dimensión percepción de la utilidad p ,787 en la que ha habido una bajada de la puntuación
301 que se ha dado tanto en el grupo control, como en el experimental como en la línea base.

302 De cierta forma, el menor impacto en las actitudes hacia las matemáticas podría ser
303 atribuible a la ansiedad y cuestionamientos históricos que genera en el alumnado el hecho
304 de enfrentarse a esta disciplina (Young et al., 2017). La ansiedad, que también se detecta
305 hacia las ciencias (Maltese y Tai, 2010), tiene más peso en las matemáticas, siendo más
306 difícil de superar, o teniendo más inercia.

307
308

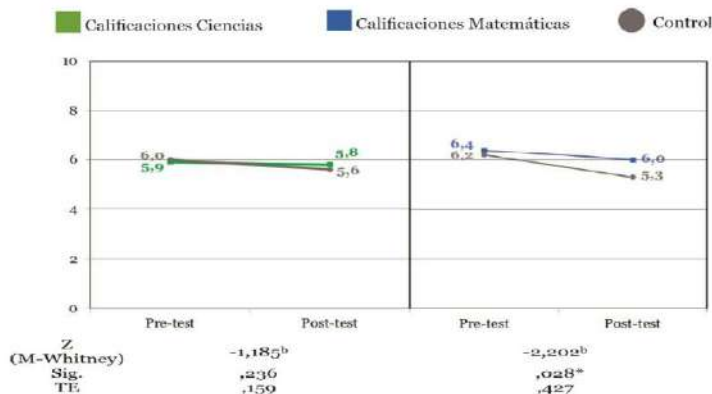
309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326

Tabla. 1. Emparejamiento de los estudiantes experimentales con controles equivalentes para las variables dependientes actitud hacia las ciencias, actitud hacia las matemáticas y calificación académica

Cod.	Curso	Sexo	Actitud hacia las Ciencias (TDSAS)								Actitudes hacia las Matemáticas (EAM)								Calificaciones					
			Dim 1		Dim 2		Dim 3		Global		Dim 1		Dim 2		Dim 3		Dim 4		Global		Ct. de la Naturaleza		Matemáticas	
			Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co	Exp	Co
Ex1-Co1	5º B-5º B	F-F	23	35	18	31	22	24	63	90	40	34	29	30	10	12	7	14	86	90	4	5	5	5
Ex2-Co2	5º A-5º A	M-M	49	45	35	36	19	19	103	100	31	41	35	41	18	14	12	14	96	110	7	6	7	7
Ex3-Co3	5º A-5º A	M-M	45	55	31	49	22	20	98	124	36	26	37	38	13	18	13	14	99	96	6	7	7	7
Ex4-Co4	5º A-5º A	M-M	43	52	41	45	22	22	106	119	34	31	36	34	10	16	10	13	90	94	5	4	5	5
Ex5-Co4*	5º A-5º A	M-M	47	52	40	45	20	22	107	119	36	31	32	34	11	16	11	13	90	94	4	4	5	5
Ex6-Co5	5º A-5º A	F-F	45	49	26	49	15	23	86	121	48	27	34	37	10	17	11	13	103	94	7	7	5	6
Ex7-Co1*	5º A-5º A	F-F	52	35	47	31	22	24	121	90	38	32	38	30	20	12	12	12	108	90	5	6	6	5
Ex8-Co6	5º A-5º A	M-M	48	52	42	39	22	25	112	116	29	25	35	39	13	12	14	16	91	92	9	9	9	9
Ex9-Co3*	5º A-5º A	M-M	25	55	23	49	14	20	62	124	30	26	40	38	20	18	14	14	104	96	7	7	7	7
Ex10-Co7*	5º A-5º A	M-M	43	45	41	39	26	15	110	99	27	35	38	31	12	12	14	14	91	92	6	5	5	4
Ex11-Co7*	5º A-5º A	M-M	44	45	40	39	24	15	108	99	48	35	47	31	13	12	16	14	124	92	3	5	5	4
Ex12-Co8	6º B-6º B	F-F	44	41	31	23	21	19	96	83	26	26	37	42	15	7	14	15	92	90	8	7	8	7
Ex13-Co9	6º B-6º B	F-F	48	41	36	40	24	18	108	99	25	43	35	41	12	13	12	15	84	112	5	5	6	6
Ex14-Co10	6º A-6º A	F-F	41	51	30	47	18	21	89	119	26	39	31	33	15	12	13	11	83	95	8	8	9	9
Ex15-Co11	6º A-6º A	M-M	40	51	38	45	21	23	99	119	28	32	35	38	18	18	9	12	90	100	5	5	8	8
Media			42,3	46,9	34,6	40,4	20,8	20,6	97,8	108,0	33,47	32,2	35,9	33,8	14,0	13,9	12,1	13,6	95,3	95,3	5,9	6,0	6,4	6,2
Desviación estándar			8,1	6,6	7,7	3,2	3,2	3,1	16,8	14,2	7,5	5,7	4,1	4,1	3,5	3,1	2,2	1,2	10,6	7,0	1,7	1,4	1,5	1,6
Z (Mann-Whitney)			-1,688		-1,873		-0,84		-1,601		-,291		-,146		-,126		-1,934		-,711		-,083		-,363	
Sig.			,091		,061		,823		,109		,771		,884		,900		,051		,441		,932		,717	

Ex: experimental; Co: control; F: sexo femenino; M: sexo masculino; Dim 1 (TDSAS): sentimiento afectivo sobre la ciencia; Dim 2 (TDSAS): tendencia conductual en el aprendizaje de la ciencia; Dim3 (TDSAS): juicio cognitivo de la ciencia; Dim 1 (EAM): percepción de la competencia matemática; Dim2 (EAM): gusto por las matemáticas; Dim3 (EAM): percepción de la utilidad; Dim4 (EAM): autoconcepto





327

328 Figura 3. Resultados de las calificaciones finales obtenidas posterior a la intervención

329

330 Finalmente, en relación con las calificaciones, las de Ciencias de la Naturaleza de
 331 ambos grupos, se observa que presentaron disminuciones del postest respecto a la medida
 332 inicial (Figura 3). Aunque estos descensos son menores en el grupo experimental (-,1) que
 333 en el control (-,4). Así pues, no hay diferencias significativas entre el grupo experimental y
 334 control, aunque el tamaño del efecto TE (,16) sí que recoge cierta mejoría en el grupo
 335 experimental respecto al control. Por tanto, se puede evidenciar que la intervención,
 336 además de impacto positivo en las actitudes hacia las ciencias, también lo ha supuesto,
 337 aunque en menor medida en términos estadísticos, en las calificaciones.

338 Por su parte, en el caso de la asignatura de Matemáticas, también se observan
 339 variaciones pretest-postest negativas, tanto para el grupo experimental (-,4) como para el
 340 grupo control (-,9). Por lo que las diferencias entre el grupo experimental y control son de
 341 carácter significativo ($p = ,28$) a favor del primero y, además, se registra un tamaño del efecto
 342 medio ($TE = ,427$), lo que indicaría que, a pesar de no producir una mejora en las actitudes
 343 hacia las matemáticas, la intervención sí ha tenido efectos en el aprendizaje de las
 344 matemáticas de los estudiantes. Curiosamente, en este caso de las matemáticas parece
 345 que ocurre al contrario que con las ciencias. Así, el impacto ha sido, en términos
 346 estadísticos, mayor en las calificaciones que en las actitudes hacia las matemáticas.

347 Se han estudiado también las relaciones existentes entre las distintas variables
 348 consideradas en la fase postest. Así se ha calculado la correlación de la actitud hacia las
 349 ciencias respecto a las calificaciones en Ciencias de la Naturaleza y la correlación de la
 350 actitud hacia las matemáticas con la calificación en Matemáticas, siendo los R^2 obtenidos
 351 bajos (de $-,052$ y $-,137$ respectivamente). Por otra parte, sí que se observa una cierta
 352 tendencia de correlación positiva entre calificación en Ciencias de la Naturaleza y
 353 Matemáticas; aunque la correlación sigue siendo baja ($R^2 = ,28$). Considerando el objetivo,
 354 se evidencia el impacto positivo que ha tenido la implementación de la propuesta didáctica
 355 en las actitudes hacia las Ciencias, mientras que en la Matemáticas no ha sido tan evidente.

356 Dichas variaciones se podrían atribuir al desarrollo de actividades basadas en un enfoque
357 STEM, debido a que facilitan la conexión entre el conocimiento científico y las experiencias
358 concretas de aprendizaje. Finalmente, la correlación entre la actitud hacia las ciencias y la
359 actitud hacia las matemáticas es negativa y muestra un valor de $R^2 = -.80$.

360 **8. Discusión**

361 En este estudio, se analizaron los efectos de un proyecto de educación STEM en horario
362 extraescolar donde las actividades con robots jugaban un papel central, sobre las actitudes
363 hacia las ciencias, las matemáticas y las calificaciones en Ciencias de la Naturaleza y
364 Matemáticas.

365 Un primer aspecto a destacar es la propia participación de unos 15 estudiantes de 3º ciclo
366 de E. Primaria (aproximadamente el 15% del total de estudiantes a los que se ofreció el
367 proyecto), en un programa de 12 semanas que implicaba también estudio en forma de
368 apoyo escolar, lo que en un contexto vulnerable como en el que se implementó puede
369 considerarse exitoso. Cabe mencionar que, aunque en la inscripción del programa no se
370 consiguió una inscripción paritaria como se pretendía, la diferencia no fue muy grande (60%
371 respecto al 40% de las chicas)

372 Podemos afirmar que ha habido efectos positivos del proyecto respecto a las actitudes tanto
373 hacia las ciencias como hacia las matemáticas (H1), aunque sin llegar a diferencias
374 estadísticamente significativas. Entre las limitaciones para ello podría relacionarse con una
375 duración no suficiente del programa (12 sesiones) y al pequeño tamaño de la muestra del
376 estudio. Además, quizás el instrumento podría no tener suficiente sensibilidad para reflejar
377 el cambio en las percepciones de los participantes altamente entusiastas a tenor del propio
378 desarrollo del programa. De esta forma Greca et al. (2021) en el diseño y evaluación de una
379 secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria desarrolladas
380 durante 16 sesiones evidenciando la mejora competencial integral del alumnado de
381 Educación Primaria en base a criterios actitudinales en ciencias y matemáticas, presentan
382 diversos datos estadísticos, dentro de ellos la U de Mann-Whitney en el total de la muestra
383 es de -2,734, siendo en este caso superior a nuestro resultados en matemáticas que es de
384 -.567 y similar al que obtuvimos en ciencias -2,871, en cuanto a su valor p ,006 siendo
385 equivalente a ciencias en nuestro caso p ,004 e inferior al obtenido en Matemáticas p ,574
386 Se muestra la necesidad de incorporar en la enseñanza de ciencias, matemáticas y
387 tecnología basado en principios de metodologías activas, aplicando la robótica como un eje
388 interdisciplinario que compagine los contenidos curriculares, permitiendo el desarrollo de
389 habilidades múltiples. Por lo tanto, en el marco del aprendizaje de nuestra época, la robótica
390 en un enfoque STEM es una herramienta efectiva para mejorar las actitudes, creatividad y
391 colaboración en equipo. En este contexto Taylor et al. (2017) desarrollado programación
392 con estudiantes, el objetivo principal de este estudio fue explorar la viabilidad de enseñar
393 procedimientos de codificación por computadora a través de instrucción explícita y
394 determinar su efecto en las habilidades de programación de estudiantes y su relación al
395 elementos científico-matemáticos, los participantes completaron con éxito las cuatro fases
396 de tratamiento para programar, analizan TE post intervención de su grupo experimental el

397 cual fue de ,982, si comparamos los nuestros en Ciencias TE 1.254 y Matemáticas TE ,382
398 evidenciamos que Ciencias nuevamente es donde encontramos los mejores valores
399 estadísticos de nuestra intervención, a su vez las comparaciones realizadas en el programa
400 NTN de Fernández-Martín, et al. (2020) presentan un estudio que busca determinar el
401 impacto de un programa de Educación en STEM en el desempeño escolar entre los
402 estudiantes de educación primaria. Aunque no se alcanzó significación estadística para las
403 hipótesis probadas, en particular, los resultados mostraron entre tamaños de efecto
404 pequeños y moderados se analizaron mediante la U de Mann-Whitney en los diferentes
405 grupos experimentales y otros participantes, en el área de Ciencias naturales fue de 2,67
406 en comparación con nuestro trabajo y grupo experimental de -2, 871 y un valor p de ,33
407 versus el p.52 reflejado en nuestro estudio, a su vez en Matemáticas posee un U de Mann-
408 Whitney 2,64 en el grupo experimental significativamente mejor que nuestro grupo de
409 trabajo ,56 y un valor p ,37 versus ,57 que mejora en nuestro proyecto CISOGRA. Mediante
410 este proyecto, se han diseñado e implementado una propuesta para mejorar la actitud hacia
411 las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la
412 robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los
413 procesos de enseñanza y aprendizaje señalando los progresos asociados de la tecnología
414 con los aprendizajes conseguidos.

415 Por otra parte, esta investigación, y en concordancia con los resultados de Domènech-Casal
416 (2018), la educación STEM permitió la ejecución de actividades para promover la
417 integración entre las áreas involucradas, donde el estudiante es protagonista de la
418 construcción de su conocimiento. Kang, (2019) En su investigación sobre una revisión del
419 efecto de la educación integrada STEM o STEAM en Corea del Sur, muestra que las
420 experiencias de los estudiantes fueron efectivas tanto en el aprendizaje cognitivo como
421 afectivo y su proximidad en las ciencias y matemáticas como forma de visualizar el concepto
422 STEM. El efecto fue mayor en los dominios afectivos, estadísticamente se obtuvieron
423 efectos de medios a altos en el aprendizaje, las evaluaciones desarrolladas indican el TE
424 que expresado corresponde a un 0,8 superior a nuestro TE en matemática ,382 e inferior al
425 de Ciencias TE 1,254

426 Silva-Díaz, et al. (2021). En su investigación sobre tecnologías inmersivas y su impacto en
427 las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria
428 en un contexto en riesgo de exclusión social, señalan que los resultados indican la
429 existencia de variaciones significativas, junto con un tamaño del efecto (TE) medio, en las
430 actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias (TE ,535), no así en el ámbito de las
431 matemáticas (TE = ,070). Asimismo, existen mejoras significativas en la autopercepción del
432 aprendizaje de los contenidos STEM abordados en la propuesta (TE ,944), a su vez nuestro
433 estudio de similares características en cuanto a los instrumentos utilizados para la
434 evaluación de actitudes en ciencias y matemáticas, muestran que el aprendizaje en ciencias
435 (TE 1,254) fueron estadísticamente más significativos, versus los resultados que arrojan el
436 área de matemáticas donde (TE ,382) solo el TE evidencio una mejor evaluación.

437 En relación con el segundo objetivo (H2) correspondiente a mejorar las calificaciones hacia
438 las ciencias y matemáticas por medio de la propuesta de trabajo STEM, se reconocen la

@PIXEL-BIT, xx|20XX|<https://doi.org/xxxxxxx> (a cumplimentar por los editores)

3/16

439 metodología trabajada propicia un cambio positivo mayor en ciencias sobre matemáticas
440 orientando el desarrollo del pensamiento crítico, creativo y científico durante las actividades
441 trabajadas. Estos resultados concuerdan con los observados en Highfield (2010), cuando
442 se plantearon tareas basadas en el uso de robots en el aula a estudiantes de Educación
443 Primaria, trabajando la programación de sus movimientos, medir longitudes, ángulos de giro,
444 posición de dirección en un plano y calcular matemáticamente dimensiones, superficies,
445 distancias recorridas y variaciones en velocidades de esta forma vemos que la diferencia
446 en las clasificación en ciencias descendió luego de la intervención 0,2 puntos p ,0236 y
447 TE ,159 versus matemática que disminuyo 0,7 puntos de diferencia p ,028 y TE ,427, sin
448 embargo no representan una diferencia significativa al desarrollar la comparación
449 En último lugar, y frente al objetivo del proyecto CISOGRA de diseñar, implementar y
450 evaluar un programa de trabajo en base al enfoque STEM que involucre la robótica,
451 programación y sostenibilidad, se concluye el fomento en la mejora de las actitudes hacia
452 las ciencias y matemáticas afirmando una valoración positiva del trabajo. Los estudiantes
453 tuvieron la oportunidad de desarrollar la tecnológica a través de la programación de robots,
454 mientras mejoraban sus habilidades de programación y en la construcción de una ciudad
455 sostenible, promoviendo el trabajo transversal y realizando la reflexión sobre el impacto de
456 nuestros cambios de actitudes.

457 **9. Conclusiones**

458 Se puede afirmar, por medio de las evidencias cuantitativas, que los estudiantes del grupo
459 experimental, los cuales han participado activamente en las 12 sesiones, muestran valores
460 relativamente altos en comparación con el grupo de control. De igual forma, los resultados
461 del pre-test y pos-test evidencian valores estadísticamente significativos, observando la
462 efectividad del proceso de instrucción.

463 Esta investigación se realizó para conocer el cambio de actitudes, por medio de la aplicación
464 de un proyecto de aprendizaje STEM, en estudiantes de Educación Primaria. Basado en el
465 análisis y discusión de datos, se concluye que la mayoría de los estudiantes tienen un
466 cambio de actitud positiva hacia la educación STEM, adquieren herramientas sobre este
467 enfoque. Las conclusiones relacionadas con la aplicación de la educación STEM a través
468 de la integración de ciencias-matemáticas, involucrando ingeniería y tecnología, es factible
469 de realizar en las aulas. La implicación de esta investigación genera la necesidad de
470 aumentar la educación STEM, especialmente en actividades de orden concreto,
471 aumentando la comprensión de las interrelaciones entre los aspectos de la disciplina al
472 momento de trabajar STEM y la necesidad de aumentar estos modelos de aprendizaje
473 basados en apoyar la aplicación de STEM integrado en el aprendizaje de las ciencias. En
474 vista de los resultados, es posible concluir que el trabajo con robótica mediante una
475 propuesta STEM tiene un impacto positivo en la actitud de los estudiantes hacia las ciencias
476 y las matemáticas.

477 De esta forma podemos afirmar que nuestros objetivos formulados inicialmente se han
478 cumplido de forma satisfactoria siendo necesario seguir explorando otras metodologías

479 para implementar este enfoque educativo STEM, basados en las necesidades tanto de
480 estudiantes, docentes y contexto de las instituciones educativas.

481 **10. Referencias bibliográficas**

- 482 Arabit-García J. y Prendes-Espinosa, M^a. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM
483 en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*,
484 57, 107-128. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- 485 Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and
486 problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289–307.
- 487 Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review.
488 *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <http://doi:10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- 489 Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision., *Technology and Engineering Teacher*,
490 1(70), 30-35.
- 491 Bybee, R. (2013). *The case for STEM education challenges and opportunities*. Washington, DC:
492 National STEM Teachers Association.
- 493 Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. 5ª Edición, Routledge
494 Falmer, Londres.
- 495 Coxon, S. (2012). The malleability of spatial ability under treatment of a first lego league-based
496 Robotics simulation. *Journal for the Education of the Gifted*, 35(3), 291–316.
- 497 Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes
498 didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-
499 42.
- 500 Duque, M., Tiberio, J., Gómez, M. y Vásquez, C. (2011). Pequeños científicos program: Stem k5-k12
501 education in Colombia. En IEEE (Ed.), *Proceedings Integrated STEM Education Conference*
502 *(ISEC)* (pp. 46-49). Ewing, NJ: IEEE.
- 503 Fernández-Martin, F. D., Arco-Tirado, J. L., Hervás-Torres, M., Carrillo-Rosúa, J., Ruiz-Hidalgo, J. F.
504 & Romero-López, M. C. (2020). Making STEM Education Objectives Sustainable through a
505 Tutoring Program. *Sustainability*, 12, 6653; doi:10.3390/su12166653
- 506 Ferrada, C. (2020). Evaluación Ciencia y Matemática. *figshare. Journal contribution*.
507 <http://doi.org/10.6084/m9.figshare.12640040.v2>
- 508 Gates, A. (2017). Benefits of a STEAM Collaboration in Newark, New Jersey: Volcano Simulation
509 through a Glass-Making Experience. *Journal of Geoscience Education*, 65(1), 4–11.
- 510 Gómez-Montilla, C., & Ruiz-Gallardo, J. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias
511 en Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (3),
512 643–666.
- 513 Greca I. M., Ortiz-Revilla J. y Arriasec I. (2021) Diseño y evaluación de una secuencia de
514 enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza*
515 *y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1802.
- 516 Gross, K., & Gross, S. (2016). TRANSFORMATION: *Constructivism, Design Thinking, and*
517 *Elementary STEAM. Art Education*, 69(6), 36–43.

- 518 Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mac
519 Graw Hill.
- 520 Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary*
521 *Mathematics Classroom*, 15(2), 22–27.
- 522 Horwedel, D. (2006.) Operation STEM. *Diverse Issues in Higher Education*, 23(20), 36-39.
- 523 Julià, C., & Antolí, J. (2015). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal*
524 *of Technology and Design Education*, 26(2), 185– 203. [http://doi:10.1007-](http://doi:10.1007/s10798-015-9307-2)
525 [2](http://doi:10.1007/s10798-015-9307-2)
- 526 Kang, N. H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology,
527 engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science*
528 *Education*, 5(1), 1-22.
- 529 Kim, S & Lee, C. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International*
530 *Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52-70.
- 531 López-Escribano, C. & Sánchez-Montoya, R. (2012). Scratch y necesidades educativas especiales:
532 Programación para todos. *RED, Revista de Educación a Distancia*. 34(4). 1-14.
- 533 Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science.
534 *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685.
535 <https://doi.org/10.1080/09500690902792385>
- 536 Marrero, I. (2019). Desde LOGO hasta Scratch y más allá. *Revista NÚMEROS*, 100. 213-217
- 537 Martín-Páez, T., Carrillo-Rosúa, J., Lupiáñez-Gómez, J. L., & Vilchez-González, J. M. (2019). Análisis
538 de las pruebas externas de evaluación de la competencia científico-tecnológica de 6.º de
539 Educación Primaria en España (2016). *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 127-149.
540 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2632>
- 541 Michael J. Reiss & Tamjid Mujtaba (2017) Should we embed careers education in STEM
542 lessons? *The Curriculum Journal*, 28(1), 137-150.
- 543 Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). Real Decreto 126/2014 de 28 de febrero, por el
544 que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *BOE*, 52, 19349-19420.
545 Recuperado de: <http://www.boe.es>.
- 546 Nemiro, J., Larriva, C., & Jawaharjal, M. (2015). Developing Creative Behavior in Elementary School
547 Students with Robotics. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70–90.
548 <http://doi:10.1002/jocb.87>
- 549 Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and
550 its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
551 <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- 552 Palacios, A., Arias, V & Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y
553 validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 67-91.
- 554 Ramírez, P. & Sosa, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista*
555 *Educación*, 37(1), 43-63.
- 556 Sanders, M. (2009). STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26

- 557 Sauvé L. (2000). Para construir un patrimonio de investigación en educación ambiental. *Tópicos en*
558 *Educación Ambiental*, 2(5), 51-69.
- 559 Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J. y Fernández-Plaza, J. A. (2021). Uso de Tecnologías Inmersivas y
560 su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria
561 Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educar*, 57(1), 119-138.
562 <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136>
- 563 Taylor, M., Vasquez, E., & Donehower, C. (2017). Computer Programming with Early Elementary
564 Students with Down Syndrome. *Journal of Special Education Technology*, 32(3), 149–
565 159. <http://doi:10.1177/0162643417704439>
- 566 Young, J., Ortiz, N., & Young, J. (2017). STEMulating interest: A meta-analysis of the effects of out-
567 of-school time on student STEM interest. *International Journal of Education in Mathematics,*
568 *Science and Technology*, 5(1), 62-74.
- 569 Zhang, D. & Campbell, T. (2011). The Psychometric Evaluation of a Three-Dimension Elementary
570 Science Attitude Survey. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 595–612.
571 <http://doi:10.1007/s10972-010-9202-3>
- 572 Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and*
573 *Mathematics*, 112(1), 12– 19.

4.5. Comentarios finales

Podemos señalar que los resultados de la presente investigación, nos facilitan información relevante para dar respuesta a nuestros objetivos 2 y 3. Con lo cual podemos mencionar que el diseño e implementación del proyecto Robótica STEM fue cumplido de forma satisfactoria, con lo cual ha sido posible evidenciar el cambio generado en los estudiantes hacia las actitudes en ciencias y matemáticas pre y post controles, ya sea en grupo control como experimental. Los resultados estadísticos están presentes en el cuerpo del artículo antes mencionado, sin embargo, uno de los grandes avances está dado por la variante de género en educación, teniendo en esta relación que las 6 chicas presentan un incremento en las medias de sus calificaciones en su calificación, en relación con las presentadas antes de la -intervención del proyecto $6,2 < 7,3$. Situación diferente es observada en los 9 estudiantes que fueron partícipes del proyecto siendo en este caso una media igual al momento de iniciar el proceso $5,8 = 5,8$. Finalmente, y a la luz de los resultados obtenidos podemos señalar que el trabajo con robótica en áreas STEM en contextos vulnerables puede cambiar una actitud hacia una determinada área de estudio, resulta preponderante entender que los elementos físicos aquí trabajados poseen un desembolso económico que no siempre los establecimientos educacionales están dispuestos a considerar. Resultado de nuestra experiencia es que el contexto estudiantil no es un sinónimo de una deficiencia o carencia en los alumnos, sino más bien, una falta de motivación del entorno y los verdaderos líderes educativos que forman parte de este proceso enseñanza, en donde cada uno es una pieza fundamental para lograr el éxito escolar

4.6 Presentación Artículos 6 y 7

Uno de los propósitos de la investigación es buscar identificar elementos destacables del proyecto educativo que se ejecuta por parte de estudiantes y profesores de educación primaria una propuesta tecnológica que permita una mayor comprensión de temas relacionados con ciencias y matemáticas, de esta manera aumentar el interés, motivación de los estudiantes y maestros, inculcando desde etapas muy tempranas en áreas relacionadas con STEM. Las preguntas generales de investigación abordaron el objetivo del estudio: son ¿Cuáles son los cambios conceptuales y metodológicos evidenciados en los estudiantes con respecto al trabajo STEM luego de completar el taller vistos desde la óptica de los maestros? Y ¿Qué actitudes observan los maestros en los estudiantes después del desarrollo del taller CISOGRA y el enfoque para la práctica del maestro?

La técnica de investigación fue entrevista semi-estructurada se utilizó un guión que incluye una serie de preguntas que han sido usadas de forma flexible, especificando la información requerida a todos los entrevistados, siendo guiada por el entrevistador y una la parrilla de observación o el diario de campo para la segunda para describir cada una de las sesiones con los estudiantes

Se realiza un análisis de contenido, utilizando un sistema de categorías construido de forma deductiva e inductiva (perspectiva cualitativa), generando diversas categorías de análisis. Las categorías han sido construidas según los nodos temáticos asociados a los objetivos del proyecto, estableciéndose por un lado algunas a priori (deductivas) y otras que se han ido determinando al mismo tiempo que se analizaba la información (inductivas Para obtener los resultados, Empleamos la entrevista semi-estructurada obteniendo una visión general de las herramientas, competencias y actitudes adquiridas por los alumnos; siendo estas valoradas por los maestros titulares de los 4 cursos que pertenecen los estudiantes la entrevista recoge consideraciones vistas en alumnos en horario de clases formales, permitiendo conocer las razones, factores, condiciones influyentes, que justifican y explican el porqué de su valoración hacia los aprendizajes de carácter formativo generados en matemáticas, ciencia y adicionalmente el rendimiento académico general de los estudiantes.

De igual forma se busca caracterizar el logro de competencias en ciencias, tecnología y matemáticas en estudiantes de 6º de Educación Primaria tras la realización de talleres basados en la metodología STEM. Se ha diseñado e implementado una propuesta para evaluar las competencias en las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los procesos de enseñanza aprendizaje, teniendo un carácter exploratorio-descriptivo, el diseño es cuasiexperimental con un solo grupo. La forma de estructurar la evaluación fue compilando preguntas extraídas de distintas evaluaciones de competencias científico-tecnológicas y matemáticas desarrolladas por distintas comunidades autónomas, existiendo una validación previa de las mismas por cuanto no se realiza una validación de la prueba formulada.

4.7. Artículo 6. STEM y Robótica en educación Primaria: una visión de los maestros a una experiencia en el aula.

STEM y Robótica en educación Primaria: una visión de los maestros a una experiencia en el aula.

Cristian Ferrada¹, Javier Carrillo-Rosúa², Francisco Silva-Díaz³, Danilo Díaz-Levicoy⁴

Resumen: El siguiente estudio busca identificar elementos destacables del proyecto educativo que se ejecuta por parte de estudiantes y profesores de educación primaria una propuesta tecnológica que permita una mayor comprensión de temas relacionados con ciencias y matemáticas, de esta manera aumentar el interés, motivación de los estudiantes y maestros, inculcando desde etapas muy tempranas en áreas relacionadas con STEM. Las preguntas generales de investigación abordaron el objetivo del estudio: ¿Cuáles son los cambios conceptuales y metodológicos evidenciados en los estudiantes con respecto al trabajo STEM luego de completar el taller vistos desde la óptica de los maestros? Y ¿Qué actitudes observan los maestros en los estudiantes después del desarrollo del taller CISOGRA y el enfoque para la práctica del maestro? La técnica de investigación fue entrevista semi-estructurada se utilizó un guión que incluye una serie de preguntas que han sido usadas de forma flexible. Se realiza un análisis de contenido, utilizando un sistema de categorías construido de forma deductiva e inductiva. En relación a los resultados las variables de los documentos codificados, encontramos que las frecuencias y sus respectivos % corresponden un total de 184 segmentos catalogados, siendo la categoría de “Valoración del proyecto como propuesta didáctica” la que marca una predominancia con 78 segmentos, seguidamente por la categoría de “Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas” con 56 fragmentos codificados. De esta forma y como lo comentan los maestros entrevistados esto no se queda solo en las clases de robótica, sino que los niños se lo llevan a la sala de clases, su vida cotidiana, siendo capaces de interiorizar el trabajar con otras personas porque saben la importancia de trabajar en equipo y las múltiples soluciones que tiene un problema.

Palabras Clave: STEM; robótica educativa; Educación Primaria y tecnología.

STEM and Robotics in Elementary education: a teacher's view to a classroom experience.

Abstract: The following study seeks to identify noteworthy elements of the educational project that is implemented by students and teachers of elementary education a technological proposal that allows a greater understanding of topics related to science and mathematics, thus increasing the interest, motivation of students and teachers, instilling from very early stages in areas related to STEM. The general research questions addressed the objective of the study:

What are the conceptual and methodological changes evidenced in the students with respect to STEM work after completing the workshop as seen from the teachers' perspective? And What attitudes do teachers observe in students after the development of the CISOGRA workshop and the approach to teacher practice? The research technique was a semi-structured interview using a script that includes a series of questions that have been used in a flexible way. A content analysis was carried out, using a system of categories constructed in a deductive and inductive way. In relation to the results of the variables of the coded documents, we found that the frequencies and their respective % correspond to a total of 184 catalogued segments, being the category of "Valuation of the project as a didactic proposal" the one that marks a predominance with 78 segments, followed by the category of "Impact of the project towards the attitude of science and mathematics" with 56 coded fragments. In this way and as the teachers interviewed commented, this does not remain only in robotics classes, but the children take it to the classroom, their daily life, being able to internalize working with other people because they know the importance of teamwork and the multiple solutions to a problem.

Keywords: STEM; educational robotics; primary education and technology.

1. Introducción

En la actualidad la elección de carreras científicas entre los jóvenes está disminuyendo y de esta forma el creciente desinterés de los jóvenes por las asignaturas STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering, Mathematics) (National Research Council, 2014). Los trabajos han pasado de ser muy locales a muy globalizados, en concordancia con los tiempos actuales y con una marcada importancia de la igualdad de género (Reinking y Martin, 2018). De esta forma, hay sistemas educativos que han variado, pasando de un modelo estático-rígido a otro en constante cambio, dinámico y, por lo tanto, con necesidades continuas de conocimiento (Blanco-López, et al., 2018). La educación STEM pertenece a los modelos dinámicos y es una estrategia para apoyar a las personas a estar mejor preparadas y afrontar los desafíos de estos tiempos que están caracterizados por la alta tecnificación, creatividad, innovación y la interacción entre los participantes (Lee, 2013; Román-Graván, et al., 2017).

Para Perales-Palacios y Aguilera, (2020). El desarrollo de esta nueva alfabetización implica que cada una de las disciplinas STEM incluya una serie de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, de forma que, si el dominio de cada una de estas disciplinas STEM es necesario, también la capacidad de reconocer y apreciar las conexiones que existen entre ellas.

El enfoque STEM genera un efecto positivo sobre las actitudes del alumnado (Bybee, 2013). En este sentido, la tecnología avanza y la educación empieza a incorporar novedosas invenciones que pueden suponer un cambio dentro y fuera de las aulas con un marcado enfoque en el trabajo STEM (Mastascusa, et al., 2011). De esta forma la tecnología, particularmente en el caso de la robótica y el pensamiento computacional se incorporan como una herramienta de motivación y acción en las aulas, siendo el trabajo con robótica un agente de carácter formativo, potenciando diversos fines educativos y siguiendo una filosofía STEM, en la cual los estudiantes pueden aprender y desarrollar conocimientos. (Chai y Chun, 2015). Para Bers, Seddighin y Sullivan, (2013) La robótica educativa y su relación con la adquisición de competencias se han convertido en una línea educativa que cada día consigue más adeptos, incorporando sus planes de trabajo a currículos oficiales. El aprovechamiento del potencial del alumnado en la adquisición de conocimientos nos permitirá el desarrollo de nuevos modelos de aprendizaje que contribuirán al desarrollo de aulas inclusivas, logrando aplicar los conocimientos con el apoyo de programas con un enfoque STEM (Zollman, 2012). La robótica en las aulas tiene un uso educativo formativo, no se utiliza como un mero juguete, busca potenciar los fines educativos, siguiendo una filosofía de que los estudiantes pueden aprender y desarrollar conocimientos jugando (Greca, et al., 2020). Kim, (2016) observan en la educación STEM una forma de entregar soluciones para articular las áreas científica y tecnológica, poniendo énfasis en lograr una motivación mediante el dominio afectivo a situaciones cotidianas.

De esta forma, los maestros influyen enormemente en el interés de los estudiantes en áreas STEM y la búsqueda de una futura carrera científico-matemática. Aun así, la influencia del maestro y el interés por una de estas disciplinas pasa en gran medida por involucrar trabajos desde el nivel de primaria. Siendo así, los maestros de primaria deben estar equipados con conocimientos, herramientas y contenido STEM. Para Greenberg, et al., (2013) Solo el 30% de los programas de educación primaria a nivel de pregrado requieren que los maestros en formación tomen un curso de ciencias o matemáticas. Jaipal-Jamani, y Angeli, (2017) afirman que, preparar a los profesores para que se sientan seguros y cómodos con la robótica como estrategia de enseñanza y aprendizaje puede ser un paso inicial para aumentar el uso de la robótica en las clases escolares de ciencias y matemáticas. Dicha idea se ratifica según lo plantean Hansen y González, (2014) quienes investigan la relación directa entre los principios de aprendizaje STEM y el rendimiento estudiantil en matemáticas y ciencias en el contexto de Educación Primaria, ratificando que mientras más temprana sea la relación, mejor será su aplicación a situaciones del contexto general, sin embargo Henry, et al., (2012) confirman la

existencia de una desvinculación escolar como predictor y deserción, a estudiantes carentes de medio tecnológicos o insertos en contextos retantes

Nadelson, et al., (2013) el conocimiento fundamental de los estudiantes en STEM se forma en su educación primaria. Paradójicamente, muchos maestros de primaria tienen conocimientos previos limitados, carecen de confianza y eficacia para enseñar STEM lo que puede obstaculizar el aprendizaje STEM en los estudiantes. La asociación entre la preparación del maestro para enseñar STEM y el rendimiento de los estudiantes en STEM motiva el desarrollo de programas para incentivar a los maestros a aplicar estas técnicas innovadoras a sus trabajos en el aula.

2. Antecedentes

Para Kim, et al., (2015) con la finalidad de facilitar a los maestros a aprender cómo diseñar e implementar lecciones de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas usando robótica, se diseñó un curso de preparación para maestros de primaria, investigando el compromiso, el aprendizaje y la enseñanza de STEM de los profesores en formación a través de evaluaciones con la robótica aplicada. Se recopiló datos de encuestas, observaciones en el aula, entrevistas y planes de lecciones. Los análisis de datos cualitativos indicaron que los profesores en formación participaban en actividades de robótica de forma activa, comprometida y consciente. Su compromiso con STEM mejoró en general según las pautas de evaluación. El compromiso emocional (interés, disfrute) en actividades STEM mejoró significativamente y, a su vez, influyó según los participantes en el desarrollo cognitivo en ámbitos STEM, resultando de esta forma el aprendizaje mediante la enseñanza STEM en profesores en formación de educación primaria

A su vez, Jaipal-Jamani y Angeli, (2017). Muestran una investigación sobre un estudio que examinó a futuros maestros de primaria (n = 21) en donde se evaluaron conceptos como la autoeficacia, comprensión de conceptos científicos y pensamiento computacional, mientras se involucraron con la robótica en un curso de métodos científicos mejor resultó la aceptación de estas estrategias por parte de los maestros. Los hallazgos mostraron que al involucrarse en robótica ayuda a mejorar las creencias de autoeficacia de los futuros maestros para enseñar con estos nuevos métodos, al igual que el conocimiento científico y sus habilidades de pensamiento computacional. Los métodos de recopilación de datos incluyeron pre y post test y cuestionarios posteriores sobre el interés, la autoeficacia y asignaciones de programación. Los resultados estadísticos mostraron que el interés y la autoeficacia de los profesores en formación con la robótica aumentaron, Los hallazgos sugieren que la actividad de robótica fue una estrategia de instrucción efectiva para mejorar el interés en la robótica, aumentar la autoeficacia para enseñar con robótica, como una forma alternativa a las estrategias convencionales.

Ortiz et al. (2015) investigó la participación de los profesores en formación en módulos de robótica y descubrió que el interés y el disfrute de los estudiantes influyen en la participación en STEM. El estudio se centró en el aprendizaje científico matemático y el proceso de diseño, los resultados se basaron en un análisis de los ensayos de asignaciones de los estudiantes. Las implicaciones conducen a la conclusión que los programas de preparación docente deben integrar actividades tales como este tipo de actividades, directas y diseñadas a los maestros, de esta forma, equipar mejor a los maestros para involucrar a los estudiantes en los enfoques de trabajo STEM en sus propias aulas y experiencias de trabajo. Otro de los hallazgos destacables resalta en los participantes que van de principiante a usuario avanzado, cualquiera puede programar con éxito un Robot y divertirse mientras interactúa. Las técnicas de observación

fueron utilizadas para recopilar datos sobre comportamientos de los participantes, el conjunto de datos cualitativos para este estudio se analizó mediante codificación abierta.

3. Descripción del proyecto

Es así como nace el interés por realizar este trabajo, EL proyecto CISOGRA (publicado en <https://cisogra.webnode.es>) que tiene como finalidad despertar el interés por las actividades STEM, Cada actividad propuesta se desarrollará en base de aprendizajes basado en la resolución de problemas, presentado a través de situaciones cotidianas, fomentando la adquisición de competencias claves para enfrentar el futuro.

Una vez adquiridas las competencias sobre la manipulación del robot, la metodología trabajada en el aula será a través de la metodología de mentorías, profundizando en la enseñanza personalizada.

Promover el proceso creativo a través del aprendizaje basado en proyectos, con un enfoque en la interacción del estudiante y la colaboración grupal en el montaje de componentes electrónicos necesarios para que los estudiantes desarrollen el Robot Mbot.

La propuesta, además se enmarca dentro del aprendizaje de servicio, el cual establece una conexión entre la comunidad y el colegio. El proyecto CISOGRA se basa en la observación y la colaboración por parte de los maestros de los cursos. Propone modelos didácticos que integren la enseñanza y el aprendizaje, además del tema central a aprender haciendo guiada por el tutor responsable (Couso, 2017). De esta forma nuestra propuesta STEM considera:

- Focalizar el proceso de enseñanza aprendizaje en los estudiantes como agentes activos y transmitir esta dinámica al resto de la comunidad.
- Trabajar las áreas curriculares STEM de forma integrada y transdisciplinar de manera de relacionar con el currículo existente.
- Vislumbrar en el proceso de práctica, la retroalimentación, el refuerzo y la aplicación de conocimientos por medio de trabajos de los estudiantes y las evidencias que estos muestran en el aula de clases.
- Impulsar el trabajo colaborativo entre los pares, promoviendo el aprendizaje y la motivación en los diferentes desafíos, influenciado por factores motivacionales y contextuales en las áreas temáticas.

Para el estudio se utilizó el kit de robótica Mbot de mackeblock®. Este recurso de robótica entra en la categoría de robot de piso programable. Entre sus principales atributos están: sus componentes de montaje y fácil programación en base a Scratch; dimensiones y peso que facilitan su manipulación por escolares. El robot posee en su parte externa, superior un botón para ejecutar programas de movimientos o desplazamientos antes planificados con el ordenador, móvil o tablets.

El diseño del tapete o ciudad sostenible se organizó en función del objetivo del proyecto CISOGRA, en donde se elaboran productos con material reciclado, experimentando los primeros pasos en las ciencias experimentales.

Las actividades propuestas en el proyecto, busca despertar el dominio tecnológico, para ello se disponen de 12 sesiones de trabajo, con 15 estudiantes de educación primaria (5º y 6º), los cuales de forma voluntaria ingresaron en la dinámica de trabajo, las jornadas se desarrollaron en un horario no formal en donde el compromiso de las familias y la vulnerabilidad del contexto social, nos evidencias las ganas de aprender por parte de los estudiantes.

4. Objetivos y problemas a investigar

Teniendo en cuenta la justificación teórica, se propuso los siguientes objetivos que sirvieron para orientar la investigación:

Objetivo general

Brindar a estudiantes y profesores de educación primaria una propuesta tecnológica que permita una mayor comprensión de temas relacionados con ciencias y matemáticas, de esta manera aumentar el interés, motivación de los estudiantes y maestros, inculcando desde etapas muy tempranas en áreas relacionadas con STEM.

Dos preguntas generales de investigación abordaron el objetivo del estudio:

(1) ¿Cuáles son los cambios conceptuales y metodológicos evidenciados en los estudiantes con respecto al trabajo STEM luego de completar el taller vistos desde la óptica de los maestros?

(2) ¿Qué actitudes observan los maestros en los estudiantes después del desarrollo del taller CISOGRA y el enfoque para la práctica del maestro?

5. Método

Desde una perspectiva cualitativa se utiliza la aplicación de una entrevista semi estructurada (Cohen y Manion, 2002; Cohen, et al., 2011). que permite ordenar, describir, analizar e interpretar los datos mediante conceptos y razonamientos. (Arriazu, 2007).

La técnica de investigación fue entrevista semi-estructurada se utilizó un guión que incluye una serie de preguntas que siguiendo a Merriam y Tisdell (2015) han sido usadas de forma flexible, especificando la información requerida a todos los entrevistados, siendo guiada por el entrevistador y una la parrilla de observación o el diario de campo para la segunda para describir cada una de las sesiones con los estudiantes

Se realiza un análisis de contenido, utilizando un sistema de categorías construido de forma deductiva e inductiva (perspectiva cualitativa), generando diversas categorías de análisis (Bardin, 2002). Las categorías han sido construidas según los nodos temáticos asociados a los objetivos del proyecto, estableciéndose por un lado algunas a priori (deductivas) y otras que se han ido determinando al mismo tiempo que se analizaba la información (inductivas). Asimismo, se cuenta con la observación del participante como encargado del proyecto. Por otra parte, se profundizó un análisis de frecuencias (carácter cuantitativo), caracterizando las distintas categorías creadas, con la finalidad de cuantificar el número de veces que aparecen dichas categorías (Arbeláez y Onrubia, 2014).

Para obtener los resultados, Empleamos la entrevista semi-estructurada obteniendo una visión general de las herramientas, competencias y actitudes adquiridas por los alumnos (Garrison, 2007); siendo estas valoradas por los maestros titulares (Muestra: M1, M2, M3 y M4, todas mujeres y con más de dos años de experiencia en el establecimiento) de los 4 cursos que pertenecen los estudiantes (5ºA, 5ºB, 6ºA y 6ºB); la entrevista recoge consideraciones vistas en alumnos en horario de clases formales, permitiendo conocer las razones, factores, condiciones influyentes, que justifican y explican el porqué de su valoración hacia los aprendizajes de carácter formativo generados en matemáticas, ciencia y adicionalmente el rendimiento académico general de los estudiantes.

En el centro de enseñanza se realizaron entrevistas de una duración aproximada de entre 20 y 30 minutos cada una con los 4 profesores participantes de forma individual. Se utilizaron las

mismas preguntas (guión) para cada profesor, buscando indagar en sus creencias y percepciones con respecto al trabajo realizado. Las entrevistas fueron grabadas con un teléfono móvil y transcritas a texto para su análisis, con el consentimiento firmado de los entrevistados. Se informó a los docentes del objetivo de estudiar su participación como informantes en el proyecto, del carácter abierto de la entrevista, de su derecho a no contestar preguntas que pudieran ser incómodas y, si cambiaban de opinión, de su derecho de desistimiento. Además, se aseguró el completo anonimato de los participantes, utilizando una nomenclatura general para proteger la información privada.

Se utilizó una plantilla de observación para anotar las observaciones dentro del aula, centrándose en observar la práctica de los alumnos al desenvolverse en un ambiente de aprendizaje STEM.

En este estudio, el análisis de datos, basado tanto en las observaciones como en las entrevistas, fue diseñado para examinar los conceptos y percepciones sobre el desarrollo del taller por parte de los participantes (estudiantes y profesorado involucrado). Se siguieron las recomendaciones señaladas por (Bardin, 2002) para el análisis de los datos observacionales, siguiendo el método de porcentajes, registrando el tiempo dedicado a cada una de las categorías, con el fin de visualizar y describir la práctica del aula de la forma más aproximada posible y para observar las interacciones entre alumnos y maestros. Asimismo, se intentó diferenciar la información que se había recabado de la que habían proporcionado los investigadores, buscando de esa manera garantizar los rigurosos criterios éticos propios de la investigación cualitativa. El objetivo es ofrecer una visión del proceso analítico, mediante categorías y subcategorías, recorriendo las posibilidades de análisis de los datos a través del software MAXQDA (Manual de referencia de MAXqda. 2015). De igual forma se expresarán la frecuencia (%) de las cualidades esenciales, realizando contrastes y comparaciones sobre las variables trabajadas.

Tabla 1 Categorías y subcategorías propuestas para la codificación de las entrevistas (en cursiva las categorías *deductivas* y con formato normal las categorías *inductivas*)

Código del entrevistado		
Maestro 1: M1; Maestro 2: M2; Maestro 3: M3; Maestro 4: M4.		
Categoría	Subcategoría	Interpretación
Valoración del proyecto como propuesta didáctica	<i>Participación Universitaria</i>	Desempeño de alumnos voluntarios mentores, pertenecientes a la titulación de Educación Primaria de la Universidad de Granada.
	<i>Participación del alumnado</i>	Compromiso y desempeño mostrado por los alumnos del colegio en el proyecto.
	<i>Robótica educativa</i>	Aplicación de los robots en actividades de aprendizaje.
	Herramientas tecnológicas	Robots, Tic, tablets, ordenadores, pizarras digitales, videos.
	Metodologías Didáctica	Metodologías activas, cooperadoras, herramientas innovadoras, experiencias, gamificación.
	<i>Innovación</i>	Referencia a experiencias nuevas dentro del aula.
	<i>Contexto social</i>	Aspecto socio económico (donde aplicar el proyecto, en qué lugar se aplicó).
	<i>Horario del proyecto</i>	Día, fecha y hora en la cual se realizan las actividades.
	Infraestructura y recursos didácticos	Inmobiliario (espacio físico) y herramientas utilizadas en la propuesta.
	Mejora de la actitud científica	Cambio en la actitud mostrada a posteriori de la implementación del proyecto en el área de ciencia.

Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas	<i>Mejora de la actitud matemática</i>	Cambio en la actitud mostrada a posteriori de la implementación del proyecto en el área de matemática.
	<i>Motivación hacia la ciencia</i>	Entusiasmo y participación mostrada a consecuencia de la propuesta, establecida en el ámbito científico en las clases de ciencias.
	<i>Motivación hacia la matemática</i>	Entusiasmo y participación mostrada a consecuencia de la propuesta, establecida en las clases de matemática.
	<i>Competencia científica tecnológica</i>	Desarrollo de habilidades con las cuales enfrentan desafíos científico-tecnológicos a consecuencia de la participación en el proyecto.
	<i>Competencia matemática</i>	Desarrollo de habilidades con las cuales enfrentan desafíos matemáticos a consecuencia de la participación en el proyecto.
	Trabajo en equipo	El trabajo desarrollado por el estudiante en clases, demuestra un cambio en la forma de enfrentar los trabajos en equipo.
	Rendimiento académico	Presenta mejora académica a consecuencia de la participación en CISOGRA.
	Edad Estudiantes	Rango etario de los estudiantes participantes.
Caracterización de los estudiantes y apoyo familiar	<i>Nivel educativo</i>	Curso al cual pertenecen los involucrados.
	<i>Percepción sobre los participantes</i>	Comportamiento y percepción de nuevos patrones de comportamiento en estudiantes a consecuencia de la participación en los talleres.
	Responsabilidad de los participantes	Existencia de un compromiso generado a raíz de la dinámica del trabajo en el taller con robótica.
	Apoyo de la familia	Presencia de la familia en el acompañamiento académico desarrollado de la práctica en CISOGRA
	<i>Formación del profesorado</i>	Antecedentes académicos y formativos de los docentes tutores.
Caracterización Docente	<i>Labor docente</i>	Áreas en las cuales se desempeñan como formadores en clases convencionales
	<i>Años de ejercicio</i>	Tiempo en ejercicio como profesor del área impartida
	<i>Edad del docente</i>	Rango etario del profesor titular
	<i>Cursos de ejercicio</i>	Niveles en los cuales se desempeña profesionalmente
	Dominio tecnológico	Capacidad de enfrentar la tecnología en vista de las herramientas que poseen.
	<i>Relación con los estudiantes</i>	Correspondencia afectiva y profesional establecida con los estudiantes

6. Resultados asociados a las entrevistas

6.1. Vista general de Categorías (códigos) y frecuencias en porcentaje asignados en entrevistas.

Dentro de la vista general de código en las 4 entrevistas, encontramos la segmentación por porcentaje de segmentos en la codificación corresponden a:

- Valoración del proyecto como propuesta didáctica (42,39%)

- Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas (30,43%)
- Caracterización de los estudiantes y apoyo familiar (8,15%)
- Caracterización Docente (19,02%)

Código superior	Código	Segmentos co...	Segmentos co...	Autor	Fecha de crea...	Alias de código	% de segmen...	% de segmen...	Documentos
●	Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemát	56	0	Cristian	16/09/2019 11:26		30,43	0,00	4
●	Caracterización Docente	35	0	Cristian	16/09/2019 12:56		19,02	0,00	4
●	Valoración del proyecto como propuesta didáctica	78	0	Cristian	16/09/2019 11:08		42,39	0,00	4
●	Caracterización de los estudiantes y apoyo familiar	15	0	Cristian	16/09/2019 12:54		8,15	0,00	4

Figura 1. Vista general de Categorías.

En relación a la estadística de variables de los documentos codificados, encontramos que las frecuencias y sus respectivos % corresponden un total de 184 segmentos catalogados, siendo la categoría de “Valoración del proyecto como propuesta didáctica” la que marca una predominancia con 78 segmentos, seguidamente por la categoría de “Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas” con 56 fragmentos codificados.

	Frecuencia	% porcentaje	% porcentaje (válido)
Valoración del proyecto como propuesta didáctica	78	42.4	42.4
Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemát	56	30.4	30.4
Caracterización Docente	35	19.0	19.0
Caracterización de los estudiantes y apoyo familiar	15	8.2	8.2
Total (Válido)	184	100.0	100.0
Perdido	0	0.0	
Total	184	100.0	

Figura 2. Documentos codificados, frecuencias y porcentajes.

6.2. Visualizador de matriz de códigos:

Mediante la siguiente Matriz de códigos (Figura 3), se muestra una visualización de las categorías y subcategorías asignados a las transcripciones de los documentos, el resultado es la cuantificación de los segmentos de las categorías en las 4 entrevistas. El color y el tamaño de la celda de la matriz muestran el cálculo proporcional de los segmentos codificados en relación a la matriz total. La matriz muestra las relaciones entre los códigos del proyecto, representando una acción exploratoria en las relaciones existentes entre categorías y subcategorías asignadas. En la siguiente imagen, es posible analizar como la entrevista M2 nos proporciona una mayor cantidad de códigos asignados (63), teniendo sus mayores aportes a las categorías de Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas 26, Valoración del proyecto como propuesta didáctica 25. De igual forma las categorías de Valoración del proyecto como propuesta didáctica y el Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas, son las que poseen una mayor presencia en las entrevistas a los 4 maestros

El detalle de sistemas de categorías.

Sistema de códigos	Entrevista 2	Entrevista 1	Entrevista 3	Entrevista 4	SUMA
> ● Caracterización Docente	8	6	10	11	35
> ● Caracterización de los estudiantes y apoyo	4	4	1	6	15
> ● Impacto del proyecto hacia la actitud de las	26	11	11	8	56
> ● Valoración del proyecto como propuesta did	25	26	17	10	78
Σ SUMA	63	47	39	35	184

Figura 3. Visualizador de matriz de códigos.

El Detalle de sistemas de categorías y subcategorías (códigos) según la entrevista realizada se observan en la matriz con los segmentos de los documentos según los códigos asignados. Las cuadrículas de las celdas muestran la concurrencia de los códigos, entendiendo la concurrencia como un concepto analítico relativo y exploratorio recurrente. De esta forma las sub categorías de percepción de los estudiantes (5), innovación y participación del alumnado, metodologías didácticas y robóticas educativa son las que poseen una mayor recurrencia al categorizar lo comentado por los maestros, representando una columna vertebral sobre las ambiciones de nuestro proyecto, en relación a lo expresado por nuestros entrevistados.

Sistema de códigos	Entrevista 2	Entrevista 1	Entrevista 3	Entrevista Profesora 4	SUMA
Caracterización Docente					0
Relacion con los estudiantes	1	1	1	3	6
Dominio tecnológico	1	1	1	2	5
Cursos de ejercicio	1	1	3	3	8
Edad	1	1	1	1	4
Años de ejercicio	1	1	1	1	4
Labor docente	2		2		4
Formación del profesorado	1	1	1	1	4
Caracterización de los estudiantes y apoyo					0
Apoyo de la familia	1	1		1	3
Responsabilidad de los participantes					0
Percepción de los participantes	3	3	1	5	12
Nivel educativo					0
Edad					0
Impacto del proyecto hacia la actitud de las					0
Rendimiento académico	4		1	1	6
Trabajo en equipo		1			1
Competencia científica tecnológica	4		1	2	7
Motivación hacia la matemática	4	2	2	1	9
Motivación hacia la ciencia	4	1	2		7
Mejora de la actitud matemática	3	3	3	1	10
Mejora de la actitud científica	3	3	1	1	8
Competencia matemática	4	1	1	2	8
Valoración del proyecto como propuesta did					0
participación universitaria	1	3	1	1	6
participación del alumnado	3	6	3	2	14
Innovación	8	6	6	4	24
Metodologías didácticas	5	3	4		12
Herramientas tecnológicas	3	1	1		5
Robótica educativa	1	4	1	2	8
Horario del proyecto	1	2			3
Contexto social	3	1	1	1	6
Infraestructura y recursos didácticos					0
SUMA	63	47	39	35	164

Figura 4. Detalle de sistemas de categorías y subcategorías.

A continuación, representaremos una visión gráfica de los comportamientos según las categorías presentadas y las subcategorías generadas en la categorización de las entrevistas semi-estructuradas realizadas.

6.3 Valoración del proyecto como propuesta didáctica.

Estudiando la categoría, observamos que en sus 9 subcategorías (79 segmentos), innovación (24), participación del alumnado (14) y metodologías didácticas (12), se exhiben como las subcategorías más recurrentes en la categorización de códigos. Entendiendo de tal manera que la preocupación mostrada al señalar aspectos de innovación en las aulas como una estrategia metodológica didáctica se presenta en directo beneficio con la participación del alumnado en el

proyecto y cómo estos pueden transferir los conocimientos al resto de las clases. Mención especial se establece en la necesidad de dar a conocer los atributos del proyecto al resto de la comunidad educativa y generar un vínculo con los nuevos desafíos venideros.

Al hablar de innovación educativa, los maestros coincidieron en mencionar su importante valor dentro del proceso interdisciplinario en el que se adquirieron los aprendizajes experimentados. En este caso, los maestros agregaron que desarrollar este tipo de innovación conduce a un verdadero cambio dentro del aula, y aumenta la calidad educativa, ya que despierta la curiosidad de los alumnos y la adquisición autónoma de conocimientos a partir de la formación y la asociación de ideas y teorías sobre la base de sus experiencias. “Construyen su conocimiento científico y sus ideas a partir de sus experiencias y lo ven como algo con lo que es posible experimentar, mirando el error como una oportunidad de aprender, sacar sus conclusiones sobre lo desarrollado y confirmar sus hipótesis o rechazar luego del trabajo” (M4).

En cuanto a los recursos y metodologías, “se observó el trabajo de los estudiantes en base a metodologías activas, cooperadoras, señalando una diferencia del trabajo en aula donde principalmente los métodos tradicionales y el libro de texto se suelen utilizar” (M 3). Con esta evidencia los estudiantes siempre mencionan lo que sucede en el taller de robótica, las diversas experiencias que se trabajan, conjuntamente con las variadas herramientas tecnológicas que acompaña el trabajo” (M4). A pesar de estas declaraciones, las maestras evidencian un cambio positivo a consecuencia de la participación en las sesiones que se propusieron utilizando el enfoque del proyecto CISOGRA, se dieron cuenta de que este taller desarrolló un mayor conocimiento debido a sus fundamentos prácticos. El maestro 2 incluso categorizó la visión del trabajo tradicional con un gran número de estudiantes como imposible de desarrollar en comparación con la práctica de acuerdo con lo visto en el aula y trabajo STEM.

Los comentarios expresados sobre los recursos o herramientas tecnológicas que se trabajaban, se volvieron un aporte y se destacó el uso adecuado de instrumentos con que los alumnos empleaban para sus deberes, comentaban sus experiencias en el aula, mencionando la inexperiencia con la cual llegaron en algunos casos y valorando la utilidad de estas en las actividades: “Utilizar algunos objetos tales como Robots, Tic, tablets, ordenadores, pizarras digitales y videos. Son herramientas con las que no se ha trabajado de forma tradicional y cuando se ponen en la práctica motiva a los demás” (M 2). Respecto a los beneficios que los docentes detectaron en relación a la mejora de la actitud científica, se destaca su carácter interdisciplinario, formando a los alumnos en diversas disciplinas, a la par que fomenta hábitos de trabajo en equipo, adquisición de aprendizaje crítico, significativo e independiente. De igual forma, la percepción de la ciencias y matemática como algo próximo a consecuencia de la experimentación a través de problemas de la vida diaria “La metodología utilizada favorece la adquisición de un mismo concepto desde varias experiencias, es decir, permite al estudiante seleccionar la información para resolver un problema desde diversas ópticas” (M 1). Finalmente, y como lo destaca el maestro 4 “el trabajo desarrollado se enfoca mayoritariamente en la innovación realizada con las actividades propuestas, los alumnos han enfrentado con entusiasmo cada desafío y eso lo veo porque me lo comentan luego de la participación que tienen en los talleres. Siento que la incorporación de los robots a la propuesta, logra motivar mucho a los alumnos, por mi parte es una metodología de trabajo nueva de la cual quiero aprender en un futuro” (M 4).

6.4. Impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemática.

Observando la organización de la categoría, encontramos que en sus 8 subcategorías (56 segmentos), la mejora de la aptitud matemática (10), la motivación hacia la matemática (9) y mejora la actitud hacia las ciencias (8), son las que más se repiten entre los entrevistados,

evidenciando a través de sus comentarios el impacto directo que el proyecto CISOGRA genera en los estudiantes de forma directa.

El impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemática, género una perspectiva positiva en los docentes ya que consideraron el trabajo de robótica como algo nuevo y una oportunidad de traer beneficios al aula al generar actividades interdisciplinarias. “se necesita fortalecer el trabajo entre el colegio y la universidad, siendo necesario generar un refuerzo a la educación vista en los estudiantes” (M2), de igual forma cualquier planteamiento estratégico generará nuevas estrategias metodológicas que beneficien el actuar docente. “me parece beneficioso cualquier actividad que integre un poco de todo de una manera más interdisciplinar y más global” (M3). “A través del Trabajo en equipo desarrollado en el taller se adoptaron actitudes abiertas y demostrando interés en mostrar lo aprendido en ciencias y matemática” (M4).

En cuanto a las actitudes de los alumnos, el entusiasmo en la participación mostrada a consecuencia de la propuesta, establecida en el ámbito científico en las clases de ciencias y matemática, los maestros señalan que las actividades llenan de entusiasmo a los participantes, sin embargo “la confusión al no estar acostumbrados a este tipo de actividades también podría jugar un papel fundamental en la desconcierto a la formalidad trabajada en la sala de clases, despertando multitud de interrogantes” (M1), las cuales pueden ser encaminadas a trabajar de forma constructiva entre sus pares y el guía del taller.

En las entrevistas se repitió muchas veces el positivo cambio de actitudes mostradas por los estudiantes, a consecuencia de su participación, concentración, interés, trabajo en equipo y los conocimientos que demostraron haber aprendido. Los maestros, por tanto, presentan una mente abierta por aprender de las experiencias de los alumnos y en un futuro poder ser más activo en el taller, a pesar de expresar continuamente su preocupación por la complejidad, la disciplina y la carga de trabajo extra. “Veamos, yo sé que es mucho mejor, los niños muestran una voluntad más profunda de aprender, están más motivados, les gusta experimentar, pero sigue siendo tan complejo, tan utópico pensar que un solo maestro puede hacer esto con 27 alumnos por aula” (M3).

Una vez evaluando las diferentes competencias científicas tecnológicas después del proceso de práctica en el taller, los maestros demostraron que sus conceptos de ciencia, al menos se habían centrado más en los problemas reales. Lo definieron como un área compleja y difícil de entender, por la falta de experiencia y metodologías didácticas basada en el entorno y los hechos de la vida cotidiana: “Es una de las ramas más complejas del conocimiento y es muy difícil para los niños entender”, (M 4). Íntimamente ligada a este enfoque centrado en problemas hacia el concepto de ciencia está la necesidad de una mejora en el rendimiento académico, situación que se ve marcada en ciencias en desmedro de matemáticas. “la mayoría de los alumnos que participaron en el taller mostraron una mayor participación en ciencias, las calificaciones subieron algo, pero no en todos los casos” (M1).

Se considera fundamental para el desarrollo de los estudiantes el trabajo en equipo, condición fundamental del proyecto, para ello se comenta que “la posibilidad de enseñar ciencias y matemática de una manera diferente a como lo habían hecho anteriormente, tanto es así que la ciencia es vista como un área del conocimiento transversales para la puesta en práctica del trabajo en grupos” (M2)

“Siento que las actividades que se trabajan, mejoran conceptos que son desarrollados en clases con los alumnos/as, de cierta forma las actividades son reforzadas en la tarde y vuelta a trabajar en por las mañanas mejorándolas adquisición de competencia científica tecnológica y

competencia matemática. Representan una ayuda en ciencias y matemática, las que siempre aportan en los aprendizajes que se esperan mejorar (M1).

6.5. Caracterización de los estudiantes y apoyo familiar

En relación a esta categoría, apreciamos que en sus 5 subcategorías (15 segmentos), percepción de los participantes (12) y apoyo de la familia (3), se muestran como las subcategorías más litigantes en la categorización de códigos. Comprendiendo de esta forma que los maestros al responder en las entrevistas, muestran especial interés por la percepción que poseen de los estudiantes participantes y el apoyo familiar que muestran por los niños/as los padres o tutores encargados de su apoyo, generando de esta manera un vínculo directo con una de las bases de nuestro proyecto, el cual relaciona a la familia con las actividades, pilar fundamental de la educación y acompañamiento en estas actividades extra programáticas. “los padres a esta edad son muy comprometidos con las actividades de los niños, en especial el padre del alumno X que de un pueblo aledaño toda la semana acompaña a su hijo los talleres extra programáticos” (M4)

En relación con la formación docente y su aplicación en la práctica, las respuestas de los maestros mostraron similitudes sobre debilidades en áreas STEM y elementos tecnológicos. El método trabajado en el taller CISOGRA fue visto como un proceso de resolución de problemas a través de una serie de experiencias, de manera práctica ayudaron a generar respuestas a problemas y que, a su vez, podrían despertar conocimiento crítico y reflexivo de los alumnos, “en general los alumnos comentan y hacen relación con los elementos que se trabajaban en el taller, mencionaron mucho la programación en las tablets para determinar el recorrido de los robots y los estímulos que recibían al llegar los trayectos estipulados como desafíos de la sesión” (M 2). De la misma forma, el maestro 3 afirmó no tener conocimiento específico en estas temáticas, pero entiende que, partiendo de la intuición y experiencias personales como los alumnos, se pueden despertar conocimientos STEM mediante un enfoque basado en proyectos y con metodologías que generen una serie de resultados o una construcción de elementos de aprendizaje.

Sobre el nivel educativo se considera fundamental el unir a diferentes clases y edades sobre un mismo objetivo. “que los alumnos se refuercen independiente de las edades siempre contribuirá al desarrollo de un trabajo dinámico enriquecedor en cuanto a las experiencias de cada uno y sobre todo con la participación que demostraron, siendo responsables con los horarios y asistencia” (M 1)

En resumen y como lo expresa la maestra 3 “La comunicación que mantengo con mis alumnos, me refleja que ellos mantienen la motivación, lo veo en los comentarios que aportan en las clases por la mañana, en más de una oportunidad señalan que lo han trabajado durante la tarde en el taller de robótica (PROYECTO CISOGRA), así encuentro que la actitud con sus compromisos se mantiene tal como al inicio de la experiencia. En lo que respecta a los apoderados de mi curso, ellos siempre son comprometidos y sobre todo con una actividad como esta, en la cual lo que adquieren sus hijos mejora los conocimientos y la práctica de conocimientos en terreno”.

6.6. Caracterización Docente

Al analizar dicha categoría, observamos que en sus 7 subcategorías (35 segmentos), los cursos de ejercicio (8), la relación con los estudiantes (6) y el dominio tecnológico (5), se presentan como las subcategorías más transversales en la categorización de códigos. De esta forma establecemos la relación entre los cursos de ejercicios por parte de los profesores, la relación con los estudiantes que participan en el estudio y el dominio tecnológico que presentan los maestros como una necesidad de incorporar en sus prácticas educativas.

Los 4 maestros participantes se caracterizaban por su disposición al cambio y estar abierto en aprender el manejo de las nuevas tecnologías, sus años de ejercicios no superaron los 10 años, destacando la juventud de ellas (25 a 39 años) y los cursos de los cuales eran los responsables (5 y 6). “He trabajado en diferentes colegios, pero en este estoy hace 4 años trabajando de manera continua, la relación con los estudiantes es muy afectiva y en torno al equipo de trabajo que formamos los maestros de 5 y 6 siempre existen reuniones semanales y de planificación de las actividades que realizamos” (M 4 coordinadora de ciclo). Maestra 2, “mi desempeño como maestra es en 5º de primaria, llevo trabajando 5 años en el colegio, realizó algunas asignaturas en 6º pero mayormente trabajo en 5º. Mi relación con los estudiantes es de cercanía y es por ello que me transmiten lo que trabajan durante el taller y los diferentes experimentos y actividades que realizan. En cuanto a mi dominio tecnológico, cada día lo desarrolló intentando aprender día a día y seguir perfeccionando los conocimientos para poner en práctica en las clases”.

Al valorar la subcategoría de Dominio tecnológico, en las diversas entrevistas, los maestros manifestaron que la dedicación y el tiempo era una dificultad importante, afirmando que este tipo de estrategias pedagógicas conllevaba mucha preparación y esfuerzo previo, ante lo cual es necesario invertir mucho tiempo de trabajo que habitualmente no existe en el colegio. “se necesita más tiempo, más esfuerzo, más participación y dedicación exclusiva a la temática” (M 4). “Se requiere una planificación y tiempo extra en manejar los elementos tecnológicos y ponerlos en práctica en el aula”, (M 3). “De momento el colegio no cuenta con un horario extra para la formación en este tipo de prácticas educativas” (M 2)

6.7. Resultados asociados a la observación participante.

Las observaciones que se anotaron mostraron el perfil de la clase en el contexto de la propuesta del trabajo en el proyecto CISOGRA y robótica, con el objetivo de describir la interacción desarrollada durante las actividades por parte de los alumnos. Asimismo, mostró las categorías en torno a las cuales gira este estudio de acuerdo con lo observado en el aula a lo largo de las sesiones que complementaron las entrevistas.

El centro estaba situado en un barrio con un nivel socioeconómico bajo-medio con gran cantidad de diversidad cultural. Centrándonos en el colegio, es posible decir que estaba bien dotado de recursos y herramientas que facilitan la enseñanza, tales como pantallas digitales, material manipulativo, etc. El número de alumnos por aula no excede los 26, por lo cual el espacio es adecuado para el trabajo con el taller. Los alumnos se transformaron en receptores del conocimiento mediante un trabajo activo y desarrollo del pensamiento crítico, a su vez aprenden mediante la indagación guiada. Otro punto importante es el refuerzo entregado en la ayuda de deberes en ciencias y matemáticas, lo cual fue sumamente importante durante este periodo y agradecido por los alumnos. Cada clase se destinaban 30 minutos para cumplir con estas obligaciones de refuerzo académico, hecho que considero esencial como complemento a las responsabilidades curriculares. En cada sesión se realizaba una etapa de compartir meriendas saludables, zumos y frutas variadas, pienso que de esta manera los alumnos pasan a un estado de confianza, calma y relajación propicio para continuar con los deberes del taller, la motivación del alumnado a la hora de aprender fue un factor importante.

Según el análisis de los datos obtenidos con la plantilla de observación, se demostró que la mayor parte del tiempo los alumnos fueron los constructores de sus aprendizajes, basados en la experimentación e indagación guiada. Esta tendencia de autoaprendizaje se incrementó a medida que avanzaban las clases. En relación a la implementación del proceso con base a los aprendizajes en STEM la observación fue que los maestros ni los estudiantes habían trabajado de esta manera antes elementos curriculares que posteriormente fueron vistos en clases. De esta forma, el profesor guía del taller debe orientar a los alumnos a través de indicaciones

específicas para que los estudiantes tengan claro y puedan trabajar juntos en grupos. A su vez, se hace hincapié en la gran cantidad de preguntas que el profesor del taller hacía a los alumnos y estos a sus pares.

El uso de este método educativo tiene un gran impacto positivo tanto como en el aprendizaje y la motivación. Los alumnos, asistían a clase con regularidad y el compromiso de las familias era notable, con respecto al centro la disposición de los recursos, materiales y espacios esenciales a la hora de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje y la manipulación de los diversos elementos del proyecto, fueron fundamental para llevar a cabo una educación integral.

Durante las diversas clases los estudiantes realizaron trabajo con elementos de robótica, energía renovable, ciencias y matemáticas, destacaría la ocasión en que para la evaluación final de la sesión los estudiantes generaban relación con los contenidos curriculares trabajados en el horario formal de clases. Las áreas STEM se abordaron principalmente mediante técnicas de observación, experimentales y procesos interactivos basados en la experiencia de los estudiantes y la investigación guiada. De esta forma se estimuló la participación de los alumnos a través del diálogo, práctica en terreno de experiencias directas y el trabajo grupal. Todos esos aspectos se pusieron en práctica de manera general a través de actividades que reestructuraron sus ideas, en las que los alumnos buscaban desarrollar actividades y anotar los resultados experimentales, modificando conocimientos erróneos previamente adquiridos.

Cabe destacar el uso de diferentes técnicas y materiales para atender a la diversidad de aprendizajes que comprendía el grupo de estudiantes, diferencias personales, cognitivas, etc. De esta forma la importancia de ser docentes flexibles y de saber tomar decisiones a la hora de trabajar con estas diversidades de alumnos responden a uno de los aprendizajes generados. En cuanto a las sesiones de aula, se observaron algunos puntos fuertes, pero también aspectos donde eran necesarias mejorar, entre las que se encuentra la experimentación en el aula, que puede deberse a la falta tanto de experiencia como de confianza en el trabajo experimental entre los alumnos.

En consecuencia, vemos cómo la robótica educativa se refuerza como un sistema de enseñanza interdisciplinaria que potencia el desarrollo de habilidades y competencias en los alumnos. Siendo así una manera de integrar diferentes áreas del currículum mediante una misma práctica, implementando el trabajo en grupo, el liderazgo, entre otros y mediante el montaje de las actividades con robots en los diversos escenarios. Mediante el trabajo en grupo, o por parejas la robótica resultó perfecta para el desarrollo académico, además de habilidades sociales que ayudaron a los estudiantes para afrontar mejor la convivencia en sociedad y los futuros trabajos que desarrollen.

Con el paso de las sesiones se iba realizando un diario de campo observando el comportamiento de los alumnos y avances, además de ver cómo realizaban los desafíos presentados. Durante el proceso se realizaron frecuentemente diversas preguntas ideas para comprobar qué habían aprendido, a modo de ejemplo; ¿Qué es un robot?, ¿Cómo funciona?, ¿Qué es la robótica educativa?, ¿Existe una educación ambiental?, ¿Es fácil trabajar en equipo?, ¿Qué esperas de estas clases de robótica educativa?, entre otras. Los resultados con el transcurrir de las clases han sido positivos y esperanzadores, recordando que el grupo de estudio es reducido, por lo cual no es posible extrapolar lo conseguido a como una línea única de resultados. En relación a las preguntas formuladas estas fueron mejorando con el transcurrir de las clases, demostrando que los aprendizajes esperados están de acuerdo a nuestro objetivo de proyecto.

6.8. Nube de palabras según categorías y subcategorías (códigos).

Para establecer una relación y presentar la recurrencia entre las categorías y subcategorías de este estudio, presentamos la siguiente nube de palabras, en donde es posible apreciar que la innovación (24), participación del alumnado (14) y metodologías didácticas con percepción sobre los estudiantes (12) son las sub-categorías que mayor logran interpretar lo comentado por las 4 maestras en las entrevistas a través de las 290 palabras que conforman nuestra nube de términos generada.



Figura 5. Nube de palabras según categorías y subcategorías.

6.9. Palabras más recurrentes utilizadas en las entrevistas (nube).

Para mostrar la recurrencia de palabras que se obtienen de las entrevistas a las 4 maestras, se presenta la siguiente nube de palabras, en donde las recurrencias de términos como Cisogra (89), Relación (75) Matemáticas (72), Clase (68), Curso(68) Entrevista (66), Centro (66), Ciencia (60) son las claves para comprender que lo señalado por los profesores genera un vínculo directo con el proyecto y sus elementos fundamentales a los cuales esperamos llegar como una propuesta de estrategia de enseñanza aprendizaje.



Figura 6. Palabras más recurrentes utilizadas en las entrevistas.

7. Discusión

En esta investigación, se han examinado las perspectivas de los docentes en relación con el taller CISOGRA y el trabajo con robótica implementado, con respecto a los aprendizajes y cambios experimentados por los estudiantes en el contexto formal de formación. De esta forma, ofrecemos algunas reflexiones y una serie de conclusiones relativas al estudio realizado, como perspectiva general de la investigación luego de analizar los resultados, se puede determinar, al igual que Chai y Chun. (2015) la ejecución de acciones innovadoras educativas en la educación primaria implica un desafío para todos los agentes que actúan en una comunidad educativa.

Profundizar sobre la formación del profesorado resulta fundamental para el éxito de estas iniciativas en un ambiente STEM, de esta forma se ahonda en estimular los aprendizajes que se generan en el taller a través de cambios conceptuales y metodológicos en relación con las ciencias y matemática generados y experimentados en aula común. Un docente STEM es un aprendiz permanente que no puede pensar la asignatura por un lado y la didáctica por el otro, ya que la materia y su enseñanza constituyen un todo inseparable (Akerson, et al., 2018). Para Dare et al. (2018) Los maestros STEM deben sentirse miembros de un equipo ya que trabajar de manera integrada va a suponer en muchos momentos romper las barreras entre las materias impuestas por el currículo. La familia tiene un papel relevante en el impulso para la construcción de las actitudes hacia la educación STEM (Chen y Buell, 2018). Ejiwale, (2013) concluye que mediante el refuerzo académico como política educativa se puede fortalecer las actividades STEM con prácticas como las vistas. Para Toma y Retana-Alvarado, (2021) buscan conocer qué estilos de enseñanza predominan entre el profesorado de Ciencias Experimentales y Tecnología mediante experiencias docentes, dentro de sus resultados sugieren que no es posible enmarcar al profesorado en un determinado estilo de enseñanza, sino la existencia de diferentes estilos de enseñanza entre el profesorado. De esta forma, se podría afirmar que el estilo predominante corresponde a un diseño mixto de enseñanza, ya que una mayoría presenta estilos predominantemente activos o centrados en el alumnado, como el estilo individualizador, cooperativo o indagador. De este modo, a partir del análisis de las unidades de significado, emergieron un conjunto de subtemas con similitudes conceptuales y, en último lugar, unos temas principales representados a partir de una red de relaciones semánticas. Dentro de la red donde se clasificaron las inclinaciones y preferencias de los maestros entrevistados, vemos similitudes en nuestro trabajo, ya que los estilos y estrategias de enseñanza son el núcleo central de este estudio, similar al nuestro de valoración del proyecto como estrategia didáctica, posteriormente el código funcionamiento de grupo engloba la evolución de los elementos principales sobre la evolución de recursos y distribución de clase y criterios (relación de términos, resolución de problemas 397, situaciones reales 317, otras áreas STEM 373), las corrientes existentes sobre percepción del aprendizaje (matemáticas 227; Ciencias 154 y Tic 22) y su relación con el alumnado de parte de los maestros genera un vínculo con nuestras categorías de caracterización docente e impacto en la las asignaturas trabajadas finalmente y de forma aislada existe la manifestación sobre evaluación, métodos de evaluación y diversidad escolar. Así mismo Lin, Chai Jo. et al (2021) en su estudio proponen un modelo teórico de cómo las percepciones de disposición, compromiso y eficacia de los profesores para el e-learning de STEM, en 122 profesores de secundaria de educación STEM de Hong Kong. El instrumento incluyó cuatro aspectos de diseño de la siguiente manera: 1. Disposición ($\beta = 0.40$, $p < 0.001$), similar a nuestra categoría de valoración del proyecto como una propuesta didáctica, 2. Participación en el diseño de lecciones ($\beta = 0.44$, $p < 0.001$), análoga a nuestra categorización de impacto del proyecto hacia la actitud de las Ciencias y Matemáticas, 3. Eficacia para diseñar e-learning STEM ($\beta = 0,13$, $p > 0,05$) y 4. Vitalidad de los docentes después de asistir a una serie de actividades de desarrollo profesional STEM ($\beta = 0.26$, $p < 0.01$), en relación con la categoría de nuestro estudio denominada caracterización docente. Los tres primeros indicadores fueron estadísticamente positivos, sin embargo, la eficacia de los profesores para diseñar e-learning

STEM no predijo la vitalidad. Finalmente consideramos que la disposición de los maestros hacia el diseño facilita el compromiso iterativo del diseño de lecciones necesario para crear y refinar el plan de estudios STEM de forma continua.

Finalmente analizamos los resultados de Seckel, M.J., Vásquez, C., Samuel, M. et al (2021) los cuales principalmente buscan identificar errores que cometen los docentes en formación al resolver problemas robóticos y determinar el nivel de comprensión adquirido a la hora de resolver problemas. La investigación se desarrolló en forma de metodología cualitativa; Los datos utilizados fueron recolectados a través de la resolución de cinco problemas robóticos y una pregunta abierta que tuvo que ser respondida por cada uno de los 25 participantes. Los resultados obtenidos en este artículo revelaron que los participantes han alcanzado un alto porcentaje de respuestas correctas (más del 50%). Sin embargo, también se evidenció un alto porcentaje de participantes cometiendo errores (76%) al menos en uno de los problemas resueltos, existiendo un alto porcentaje de respuestas correctas a cada problema dentro de la formación y utilidad de la robótica en los campos educativos. Dentro de las áreas estudiadas y la mayor cantidad de coincidencia entre los maestros participantes encontramos: 1. Las características de diseño del aula (68% de respuestas correctas), como estrategias de gestión del aula específicas para el uso de materiales de ciencias y matemáticas y la segunda clasificación de 2. repertorios de práctica (64%), en comparación a la valoración que obtuvimos de nuestro proyecto como propuesta didáctica por parte de los maestros entrevistados (42.4%) representan valores similares; 3. conectar el contenido con aprendizajes contextualizados (52%) similar al impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas en nuestra investigación (30.4%); 4. las desigualdades en Educación y campos STEM (84%), similar a nuestra categoría de caracterización de los estudiantes y apoyo escolar (8.2%); 5. posibles limitaciones dentro y entre contextos (56%) en comparación con la categoría planeada en nuestro estudio de valoración del proyecto como una propuesta didáctica (42.3%)

Después de analizar la investigación desarrollada basada en su importante componente práctico trabajado con los alumnos, se puede concluir que lo percibido por los maestros sobre los alumnos pertenecientes al taller CISOGRA, promovió aceptablemente la innovación educativa centrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y matemáticas. La metodología trabajada originó actitudes e intereses positivos entre los alumnos por las ciencias y matemáticas, beneficiando los hábitos de trabajo en el aula tradicional. El conocimiento del profesor sobre los alumnos y los cambios evidenciados generan altos niveles de satisfacción tanto en el maestro como en las expectativas del proyecto CISOGRA.

Algunas claves para promover la educación STEM en las aulas está relacionada al diseño de propuestas STEM que planteen retos alcanzables por tu alumnado, relacionar las habilidades de un profesional STEM como la capacidad de trabajo en equipo o la iniciativa con las que muestra los alumnos. En la misma línea analizar junto con los actores el impacto y la utilidad social de la ciencia y la tecnología en ámbitos reales y cotidianos, informando sobre los beneficios de los itinerarios STEM. La utilización de las herramientas digitales representa una oportunidad para enriquecer el conocimiento de los estudiantes y reconocer sus riesgos y limitaciones.

Si bien es cierto, existen resultados que nos alienta a seguir trabajando en este tipo de actividades, también surgieron dificultades evidentes, como las descritas por un lado en las entrevistas con los profesores señalando la necesidad de conectar y mejorar la comunicación con los, maestros titulares de la clase, de forma que los contenidos trabajados estén ejecutados en el mismo tiempo y fechas que el aula tradicional, similares a las del estudio de Ahn y Choi. (2015) sobre las dificultades en cuanto a tiempo y la dedicación que requieren estas iniciativas para su coordinación. Otras dificultades encontradas luego de analizar las entrevistas, están referidas a la adaptación de nuevos espacios de trabajo y el uso de instrumentos tecnológicos a

edades tempranas, puesto que esto genera una expectativa en los estudiantes que luego quieren ver reflejadas en el día a día.

Fundamental resulta señalar algunas diferencias que se mencionan durante el proceso de investigación. En este sentido, se destaca la opinión de los maestros en relación a pensar que los cambios a nivel educativo son fundamentales para las acciones de enseñanza-aprendizaje, las cuales se sustentan en las experiencias en innovación educativa. De esta forma, una contradicción se manifiesta, al mencionar que estas prácticas son difíciles de ejecutar en un aula con más de 25 alumnos y destacar que el libro de clases sigue siendo el elemento más utilizado en su práctica. Durante el estudio, se encontraron algunas limitaciones, una de ellas consistió en la contribución de más maestros a introducir las actividades prácticas trabajadas en el aula a consecuencia del poco conocimiento sobre los materiales utilizados en el taller.

Se ha podido evidenciar que el desarrollo de experiencias en el área de robótica ha permitido que los estudiantes participantes mejoren en un porcentaje considerable los resultados en sus aprendizajes y motivación por las nuevas tecnologías. En este sentido presentamos un análisis DAFO en relación al proyecto aplicado y lo obtenido de las entrevistas.

Debilidades:

- Falta de experiencias y dominio de nuevas tecnologías por parte de los maestros en relación a la robótica y educación STEM.
- Bajo equipamiento tecnológico a disposición en el centro educativo trabajado (móviles, tablets, ordenadores, robots)
- Poco esfuerzo de los de innovar en el aula de forma e incentivar la incorporación de una educación STEM desde la robótica.
- Deficiencia en la exposición oral de los estudiantes a los nuevos aprendizajes.
- Colaboración entre los maestros y encargados del proyecto.

Amenazas:

- Horario en el cual se imparte el taller de robótica en educación STEM
- Dificultades económicas de las familias para adquirir elementos que complementen el trabajo en los hogares.
- Debilidades de los maestros para relacionar lo trabajado con los contenidos formales del curricular
- Carencia de repuestos para dotar de nuevas piezas mecánicas a los robots.
- Escasas experiencias curriculares relacionadas a la robótica en el aula.
- Nula existencia legislativa que promueva el trabajo en esta área.

Fortalezas:

- Motivación de los estudiantes y familias por participar en las actividades.
- Apoyo del centro directivo al trabajo visto como innovación educativa.
- Espacio físico y dimensiones de este para el desarrollo de actividades en terreno.
- Se realizan actividades similares (de pago) en horarios alternos a las clases tradicionales.
- Voluntad de los maestros para abrir las aulas y promover el proyecto entre el estudiantado.
- Aumento de la motivación, autonomía, reflexión, participación, pensamiento crítico, creatividad y trabajo en equipo de los estudiantes participantes.
- Introducir a los alumnos en las áreas STEM y prepararlos para los desafíos sociales.
- El trabajo se basa en trabajos de aprendizaje mediante el juego, la motivación y el disfrutar haciendo.

Oportunidades:

- Generar diversas estrategias de aprendizaje, potenciando el trabajo en equipo.

- Incrementar y mejorar la formación de los maestros en áreas STEM.
- Proporcionar al colegio un toque diferenciador como centro educativo abierto a los nuevos enfoques de aprendizaje.
- Desarrollar en los alumnos un enfoque práctico a la solución de problemas, en base al trabajo en equipo.
- Incentivar nuevos conocimientos tecnológicos proporcionados por la innovación.
- Utilizar espacios físicos del colegio en horas no planificadas para su utilización.
- Desarrollar la iniciativa, empatía, creatividad, cooperación y auto superación en los alumnos.
- Facilitar herramientas para la adquisición de habilidades y conocimientos para innovar, imaginar y buscar soluciones a problemas futuros.

De esta forma, observamos que el trabajo ha beneficiado y facilita los aprendizajes, ya que dotar de elementos prácticos resulta muy enriquecedor y atractivo para los alumnos, estimulando la imaginación y desarrollo de la creatividad mediante el uso de la construcción y programación de los robots, aumentando el ingenio o la capacidad inventiva mediante el trabajo en terreno. Dichos trabajos son necesarios ejecutarlos de manera transversal a cualquier asignatura, potenciando la resolución de problemas, compromiso y responsabilidad de lo trabajado. Es importante destacar que se ha logrado que estudiantes participantes en el proyecto, puedan avanzar en temáticas de niveles superiores, siendo una ventaja competitiva para estos en el momento de llevar a cabo trabajos en las clases formales (Couso, 2017). Encontrando nuevas estructuras de aprendizaje, donde el alumnado tiene que afrontar un nuevo reto con un alto grado de autonomía entre las distintas disciplinas (Sierra y Arizmendiarieta et al., 2013).

8. Conclusiones

Dentro de las observaciones que obtenemos de los maestros entrevistados encontramos que este primer acercamiento a la robótica en un ambiente STEM, facilitó que los estudiantes descubran y entiendan la realidad que nos rodea y el cambio tecnológico al cual nos enfrentamos como sociedad. La facilidad que entregó el programa desarrollado permitió que los estudiantes se divirtieran como alumnos científicos e ingenieros, mientras comprenden el funcionamiento de las máquinas y sus componentes tecnológicos

Ya comentábamos que las conclusiones expresadas por los maestros habían sido positivas, pero no es posible extrapolar las a las diversas áreas de estudio a consecuencia del reducido número de participantes en el experimento, pero aun así hemos podido comprobar cómo la robótica educativa ha ayudado a los niños a trabajar más y mejor en equipo, a sentarse para escuchar y expresar los diversos puntos de vista de los demás, llegando a consensuar una solución entre todos y cambiarla si finalmente se habían equivocado en la respuesta. De esta forma y como lo comentan los maestros entrevistados esto no se queda solo en las clases de robótica, sino que los niños se lo llevan a la sala de clases, su vida cotidiana, siendo capaces de interiorizar el trabajar con otras personas porque saben la importancia de trabajar en equipo y las múltiples soluciones que tiene un problema.

Siendo la creación de nuestro programa una estrategia para la capacitación y motivación escolar, abordar la experiencia desde el trabajo con robótica en el colegio ha sido un reto constante, para mantener la dinámica y motivación de estudiantes. Algo que, si se abordara en futuros estudios es ampliar el rango poblacional. Por tanto, es posible que los resultados no sean suficientes para generalizar a los estudiantes participantes. Además, aunque este estudio se basó en entrevistas cualitativas, las opiniones vertidas son subjetivas de los profesores tutores participantes y cada uno de ellos habló desde la experiencia personal vista en la sala de clases. Por lo tanto, se entiende que a través de nuestro proyecto interdisciplinar aplicando la educación integradora STEM, el alumno posee una visión global y real de los conocimientos que se imparten y la relación con las asignaturas trabajadas en la educación formal.

9. Referencias

- Aguilera, D. (2020). ¿Qué evidencias existen sobre la influencia de la educación STEM en las actitudes del alumnado? Una revisión sistemática. En J.A. Marín-Marín, G. Gómez-García, M. Ramos-Navas y M.N. Campos-Soto, *Inclusión, Tecnología y Sociedad: investigación e innovación en educación* (pp. 2021-2034). Madrid: Dykinson.
- Ahn, H., y Choi, Y. (2015). Analysis on the Effects of the Augmented Reality-Based STEAM Program on Education. *Advanced Science and Technology Letters*, 92(1), 125–130.
- Akerson, V. L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T. A., y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063>
- Alsop S y Watts M. (2003) Science education and affect and its relation to STEM educational Education. *International Journal of Science engineering, and mathematics (STEM)*; 25(9), 1043-1047.
- Anderson, A. E., y Meier, J. A. (2016). Second-Graders Beautify for Butterflies. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, 1(2), 38–47.
- Arbeláez, M., & Onrubia, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(23), 14–31
- Arriazu, R. (2007). ¿Nuevos medios o nuevas formas de indagación?: Una propuesta metodológica para la investigación social on-line a través del foro de discusión. *Forum Qualitative Social Research*, 8(3), 37-54.
- Assman, H. (2002). *Placer y ternura en la educación*. Hacia una sociedad aprendiente. Narcea S.A de ediciones.
- Bardin, L. (2002). *Análisis de contenido*. Madrid, España: Akal.
- Barker, B., & Ansoorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229–243.
- Bers M, Seddighin S y Sullivan A. (2013) “Ready for Robotics: Bringing together the T and E of stem in early childhood teacher education”. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 145-174.
- Bers, M, Flannery L., Kazakoff E.R., Sullivan A. (2014) “Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72(5), 145-157
- Blanco-López, A., Martínez-Peña, B. y Jiménez-Liso, M.R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 15-28. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>
- Bybee, R. (2013). *The case for STEM education challenges and opportunities*. National STEM Teachers Association.
- Caballero-González, Y., y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education In the Knowledge Society (EKS)*, 21(5), 15-34. doi:10.14201/eks.22957
- Carter, L. (2010). Neoliberal globalization and learner-centered pedagogies: Posing some different questions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 223–231
- Chai, S., y Chun, S. (2015). The Effects of STEAM-based Programming Education with Robot on Creativity and Character of Elementary School Students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(2), 159–166.

- Chen, G. A. y Buell, J. Y. (2018). Of models and myths: Asian (Americans) in STEM and the neoliberal racial project. *Race Ethnicity and Education*, 21(5), 607–625. DOI: <https://doi.org/10.1080/13613324.2017.1377170>
- Chonkaew, P., Sukhummek, B., & Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 842-861. doi: 10.1039/c6rp00074f
- Cohen, L. y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*, Madrid: La Muralla
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2011) *Research Methods in Education*. New York: Routledge.
- Couso, D. (2017). “Per a qué stem a STEAM? Definit l’alfabetització STEAM per tothom i amb valors”. *Ciencia. Revista del Professorat de Ciències d’Infantil Primari i Secundària*, 34(7), 20-28.
- Dare, E. A., Ellis, J. A., y Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers’ implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1–19. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0101-z>
- Ejiwale, J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63–74. DOI: <http://dx.doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- Fernández-Ríos, L. (2010). Interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento: ¿Más allá de Bolonia? *Innovación educativa*, 20(4), 157-166.
- Ferrada, C, (2020): Programa_CISOGRA_Mbot.pdf. *figshare*. Book. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12464255>
- Fraser, B.J., McLure, F.I. & Koul, R.B. (2020). Assessing Classroom Emotional Climate in STEM classrooms: developing and validating a questionnaire. *Learning Environ Res*. <https://doi.org/10.1007/s10984-020-09316-z>
- García-Carmona, A. (2020). Investigación basada en pruebas como antídoto de modas didácticas en la enseñanza de las ciencias. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 5–7. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15332>
- García-Piqueras, M., Sotos-Serrano, M. Diego-Mantecón, J.M., Blanco, T. F. (2018) Pensamiento computacional mediante el uso de robots en Educación Primaria Ozobot y Mbot. *Sociedad de la Información*, 58(4), 54-65
- Garrison, D. R. (2007). Online community of inquiry review: Social, cognitive and teaching presence issues. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 11(1), 61-72
- Greca Dufranc, I. M., García Terceño, E. M., Fridberg, M., Cronquist, B. and Redfors, A. (2020). Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948>
- Greenberg, J., McKee, A., & Walsh, K. (2013). *Teacher prep review 2013 report*. National Council on Teacher Quality.
- Hansen, M., Gonzalez, T. (2014) Investigating the relationship between STEM learning principles and student achievement in math and science. *American Journal of Education* 120(2): 139–171.
- Henry, K., Knight, K., Thornberry, T. (2012) School disengagement as a predictor of dropout, delinquency, and problem substance use during adolescence and early adulthood. *Journal of Youth & Adolescence* 41(2): 156–166. doi:10.1007/s10964-011-9665-3.
- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers’ self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192.
- Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education, 91*, 14-31.
- Kim, S., Chulhyun Lee (2016) Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, 24(2)*, 52-70.
- Krishna, V. (2014). Changing social relations between science and society: Contemporary challenges. *Science Technology Society, 19(2)*, 133–159.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.
- Land, M.H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science, 20(4)*, 547-552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
- Lee, S.-H. (2013). Development of Eco-STEAM Educational Programs Based on Smart Learning. *Journal of Korean Elementary Science Education, 2(3)*, 250–259.
- Lin, P., Chai, C., & Jong, M. (2021) A Study of Disposition, Engagement, Efficacy, and Vitality of Teachers in Designing Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Frontiers in psychology, 12*, 661631. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.661631>
- Linnankylä, P. & Malin, A. (2008). Finnish Students' School Engagement in the Light of PISA 2003, *Scandinavian Journal of Educational Research, 52(6)*, 583-602.
- Manual de referencia de MAXqda. (2015) VERBI Software. Consult. Sozialforschung. GmbH, Berlin.
- Mastascusa, E., Snyder, W.J. y Hoyt, B.S. (2011). *Effective instruction for STEM disciplines. From learning theory to college teaching*. San Francisco: Jossey-Bass.
- McComas, W. F. y Burgin, S. R. (2020). A Critique of "STEM" Education. *Science & Education, 29(4)*, 805–829. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- Merriam, S. B. & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research, 106(2)*, 157-168.
- National Research Council 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>.
- Ortiz, A., Bos, B., & Smith, S. (2015). The Power of Educational Robotics as an Integrated STEM Learning Experience in Teacher Preparation Programs. *Journal of College Science Teaching, 44(5)*, 42-47.
- Park, I., Kim, D., Oh, J., Jang, Y., & Lim, K. (2015). Learning Effects of Pedagogical Robots with Programming in Elementary School Environments in Korea. *Indian Journal of Science and Technology, 8(26)*, 1-5. doi:10.17485/ijst/2015/v8i26/80723
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Perales-Palacios, F.J. y Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica, 4(1)*, 1-15. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Piñuel, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística, 3(1)*, 1-42.
- Reinking, A. & Martin, B. (2018). The gender gap in STEM fields: Theories, movements, and ideas to engage girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research, 7(2)*, 148-153. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.271>
- Román-Graván, P., Hervás-Gómez, C., y Guisado-Lizar, J. L. (2017). Experiencia de innovación educativa con robótica en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España). En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.

- Ruíz, J. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M. y Wells, J. (2006). Integrative STEM Education Course Syllabi & Instructional Materials: STEM Education Foundations. En *STEM Education Trends & Issues, STEM Education Seminar*.
- Serrano-Díaz, N., Rioja del Río, C., & Cabrera Noguera, E. (2019). Innovación educativa con el uso de la gamificación y la robótica. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 545-552. doi:<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v3.1533>
- Seckel, M.J., Vásquez, C., Samuel, M. et al. (2021). Errors of programming and ownership of the robot concept made by trainee kindergarten teachers during an induction training. *Educ Inf Technol*. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10708-8>
- Sullivan, F. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, Science. Process skills and systems understanding. *Journal of research in science teaching*, 45(3), 373-394. <https://doi.org/10.1002/tea.20238>
- Toma, R. B. and Greca, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Toma, R. B. y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- Vakil, S., y Ayers, R. (2019). The racial politics of STEM education in the USA: interrogations and explorations. *Race Ethnicity and Education*, 22(4), 449-458. DOI: <https://doi.org/10.1080/13613324.2019.1592831>
- Valles, M. S. (2002). *Entrevistas cualitativas. Cuadernos Metodológicos* (Vol. 32). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., y Steiger J. H.(2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: A 25-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 860.
- Williams, D., M., Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Xanthoudaki, M. (2015). Tu creatividad no tiene límites. Tinkering studio. <http://blog.educaixa.com/documents/10509/926971/Tinkering.pdf/79a8fca2-3927-4d7a-b856-16a6e589ddae>
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127(2), 267-282.
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating Self-Regulation and Motivation: Historical Background, Methodological Developments, and Future Prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166- 183. <https://doi.org/10.3102/0002831207312909>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

4.8. Artículo 7. Evaluación de competencias en ciencias y matemáticas a través de una propuesta STEM y Robótica

Evaluación de competencias en ciencias y matemáticas a través de una propuesta STEM y Robótica

Cristian Ferrada¹, Javier Carrillo-Rosúa², Francisco Silva-Díaz³, Danilo Díaz-Levicoy⁴

adarref@correo.ugr.es, fjcarri@ugr.es, fsilva@correo.ugr.es, dddiaz01@hotmail.com.

¹ Universidad de Granada, Granada, 18001, España.

² Universidad de Granada, Granada, 18001, España e Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), Armilla (Granada), España

³ Universidad de Granada, Granada, 18001, España.

⁴ Universidad Católica del Maule, Talca, 3466706, Chile.

DOI: <https://doi.org/10.14201/eks.22036>, <https://orcid.org/0000-0003-2889-3966>, <https://orcid.org/0000-0002-7047-3546>, <https://orcid.org/0000-0001-8371-7899>

Resumen: Las evaluaciones interdisciplinarias para STEM parecen ser escasos en la literatura, la estructura multidimensional e integrada de las competencias STEM se abordó teniendo en cuenta las áreas de estudio de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. El objetivo es caracterizar el logro de competencias en ciencias, tecnología y matemáticas en estudiantes de 6º de Educación Primaria tras la realización de talleres basados en la metodología STEM. Se ha diseñado e implementado una propuesta para evaluar las competencias en las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los procesos de enseñanza aprendizaje. El siguiente estudio tiene un carácter exploratorio-descriptivo, el diseño es cuasiexperimental con un solo grupo. La forma de estructurar la evaluación fue compilando preguntas extraídas de distintas evaluaciones de competencias científico-tecnológicas y matemáticas desarrolladas por distintas comunidades autónomas, existiendo una validación previa de las mismas por cuanto no se realiza una validación de la prueba formulada. De esta forma y como muestra la figura 3 la evaluación en ciencias pre y post test arroja una diferencia positiva de 0,35 puntos de media, en el caso de matemáticas la diferencia a favor del post test es de 0,18. En relación a los resultados en la evaluación general la diferencia entre el pre y post test es de 0,26 puntos positivos.

Palabras clave: Educación basada en competencias, educación STEM, ciencias, matemáticas, evaluación, Educación Primaria, actividades, competencias científicas.

Assessment of science and math skills through a STEM and robotics approach.

Abstract: Interdisciplinary assessments for STEM seem to be scarce in the literature, the multidimensional and integrated structure of STEM competencies was approached considering the study areas of science, technology, engineering and mathematics. The objective is to characterize the achievement of competencies in science, technology and mathematics in students of 6th grade of Primary Education after the implementation of workshops based on the STEM methodology. A proposal has been designed and implemented to evaluate competencies in science and mathematics based on curricular experiences through robotics and the different STEM disciplines used as strategies for change in the teaching-learning processes. The following study has an exploratory-descriptive character, the design is quasi-experimental with a single group. The evaluation was structured by compiling questions taken from different evaluations of scientific-technological and mathematical competencies developed by different autonomous communities, with a previous validation of the same, since there is no validation of the formulated test. Thus, as shown in Figure 3, the pre- and post-test evaluation in science yields a positive difference of 0.35 points on average; in the case of mathematics, the difference in favor of the post-test is 0.18 points. In relation to the results in the general evaluation, the difference between the pre- and post-test is 0.26 positive points.

Keywords: Competency-based education, STEM education, science, mathematics, assessment, Primary Education, activities, science competencies.

1. Introducción

La evaluación se manifiesta como un proceso sistemático y continuo, la cual provee de información para diagnosticar los elementos participantes en una intervención y, de esta manera, analizar hasta qué grado se han conseguido los objetivos formativos propuestos inicialmente (Vargas, 2004). Esto permite la toma de decisiones para mejorar el proceso formativo (Martínez-Rizo, 2009).

A través de los análisis de evaluaciones, se logra conocer la efectividad de lo aplicado durante el proceso de instrucción (Mayorga, Gallardo y Jimeno, 2015). De igual forma, la evaluación, al comparar los resultados, nos entregan indicadores útiles, que guiarán la aplicación de cambios para el perfeccionamiento de estas y estrategias relacionadas con la enseñanza (Aguilera y Perales-Palacios, 2019). Por consiguiente, al conocer los resultados de la evaluación, es primordial que esta refleje la realidad educativa en un determinado momento y, teniendo en cuenta, que tiene como objetivo mejorar la eficacia y eficiencia del sistema educativo; es así, como la evaluación resulta una herramienta necesaria en un proceso formativo, porque proporciona elementos clave para conocer el desarrollo de lo que se aprendió y cómo los estudiantes evidencian en la cotidianidad de las preguntas (Mayorga, Gallardo y Jimeno, 2015). En este sentido, Boulmetis y Dutwin (2000) señalan que el introducir la evaluación en los procesos educativos constituye un requerimiento para que la planificación conduzca a la transformación y renovación de la educación, generando cambios tanto en la calidad como en las estructuras que se establecen para la mejora de las prácticas educativas, que conllevan a establecer innovaciones relacionadas con una mayor calidad en educación.

A su vez, las evaluaciones externas juegan un rol preponderante a la hora de obtener información que nos permiten establecer valoraciones precisas de comparaciones sobre evolución temporal de los resultados obtenidos (Cárdenas y Sarmiento, 2000). Estos últimos resultados, motivan a los agentes educativos para proponer y generar planes para la mejora (Martínez-Arias, 2006).

Por otro lado, Chonkaew et al. (2016) mencionan que la educación STEM es un método de enseñanza disciplina que, cruzada diferentes vertientes de enseñanza, integra cuatro materias juntas: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, logrando una sinergia entre ellas. Visto de esta forma, la educación STEM es el enfoque científico integrado de las cuatro disciplinas; ninguna de estas sobre sale una de la otra, sino que se ayudan con los elementos comunes para poder dar solución a una situación presentada, dado que el objetivo es preparar a los futuros estudiantes para enfrentar los problemas del entorno inmediato, local y global con un carácter científico (Fernández-Ríos, 2010)

De igual forma, Alsop y Watts (2003) resaltan la importancia de articular los saberes en ciencias, tecnologías y matemáticas con una mirada integradora sobre el mundo y que, a su vez, los estudiantes sean capaces de identificar problemas y encuentren soluciones creativas a cada desafío propuesto. Wai et al. (2010) evidencian que esta forma de trabajar las asignaturas da lugar a aprendizajes más efectivos, concretos, reales y funcionales.

Entre algunos beneficios del trabajo bajo una enseñanza STEM, destacan la mejora en la transferencia de los aprendizajes al mundo real de los estudiantes, favorecer la retención de los aprendizajes en la memoria a largo plazo y el incremento de la motivación en vista de los desafíos prácticos que se presentan, promoviendo el desarrollo de habilidades que incitan la investigación, pensamiento crítico, creatividad, solución de problemas, comunicación y colaboración (Bers et al., 2013).

En relación con las competencias en el proceso evaluativo, Valverde-Berrocoso et al. (2012) proporcionan una visión sobre la evaluación por competencias, la cual es nuestro indicador central, entendiendo que estas se encuentran fundamentada en la actuación integral del estudiante, el cual podrá evidenciar, en la resolución de manera autónoma de las situaciones o problemas, que se presentan con los criterios señalados, esto con la finalidad de que se pueda retroalimentar el proceso. Por esta razón, la evaluación de competencias muestra un carácter

formativo y sumativa donde es necesario diseñar instrumentos precisos de evaluación orientados hacia las competencias, basados en niveles de desempeño a los problemas propuestos en los proyectos STEM, las evidencias que se recolectan deben ser objetivas, observables, medibles y transparentes, lo que hará que los instrumentos de evaluación sean confiables.

Finalmente, creemos que la evaluación y el desarrollo de competencias es evidenciada al generar un interactuar con la metodología STEM, la cual tiene como resultado lograr el mejoramiento de la eficiencia y eficacia del sistema educativo, a través de todos los agentes que forman parte de ella (Aguilera y Perales-Palacios, 2019). En este sentido, este estudio tiene como propósito la evaluación de competencias que surgen luego de la implementación del trabajo bajo la metodología STEM, esto implicaría entender que una evaluación proporciona evidencias sobre el desarrollo de las dinámicas dadas en el proceso educativo trabajado por este modelo. Debido a su agrupamiento e interrelación, se trata de desarrollar un tipo de aprendizaje interrelacionado de las ciencias, las tecnologías y matemáticas, siguiendo el enfoque de Sanders y Wells (2006).

2. Evaluación de competencias

En el caso español, políticas gubernamentales como La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE), dando continuidad a lo establecido en la normativa curricular previa, desarrollan un modelo de currículo basado en competencias.

Así mismo, el Real Decreto 126/2014 establece el currículo básico de la Educación Primaria adopta la denominación de las competencias clave definidas por la Unión Europea. En él se considera que “las competencias clave son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo” (MECD, 2015, p. 6986).

De esta forma, las competencias clave son el resultado de una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes que se busca despertar en los estudiantes; donde los conocimientos se disponen de cifras, hechos, conceptos y teorías que se establecen previamente a la comprensión de un área establecida (Castellanos, Sánchez y Calderero, 2017), las capacidades involucradas se establecen en referencia a las habilidades necesarias para desarrollar un proceso, mediante los aprendizajes existentes en busca de un resultados (Cifuentes, Cortés, Garzón y González, 2020), y las actitudes son vistas como la disposición para enfrentar o reaccionar a las ideas presentadas en situaciones particulares. (Gamboa, Hernández y Prada, 2020)

Por su parte, la Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, 2012) recomienda que los estudiantes desarrollen competencias científicas, por ello, este proyecto buscó analizar factores que influyen en este proceso. La evaluación de competencias en las áreas de ciencia-tecnología y matemática, en el caso español, se medirán en base a lo propuesto por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE).

El Real Decreto 126/2014, define “las competencias clave son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo” (INEE, p. 6). Además, de este decreto, se desprende que las competencias a través del desarrollo de aprendizaje y la motivación se establece un factor de motivación al estimular el aprender por parte de los alumnos en contextos reales y problemas específicos a los contextos estudiantiles. Específicamente los contenidos curriculares trabajados corresponden a ciencia y matemática, y evaluados por medio de un instrumento diseñado por Ferrada (2020), basándose en las recomendaciones del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) para sexto curso de Educación Primaria, extrayendo 16 ítems de los cursos 2015-16, 2016-2017, 2017-18.

Respecto de la evaluación final de Educación Primaria, la LOMCE (MECD, 2013, p. 97872) afirma que:

1. Al finalizar el sexto curso de Educación Primaria, se realizará una evaluación individualizada a todos los alumnos y alumnas, en la que se comprobará el grado

de adquisición de la competencia en comunicación lingüística, de la competencia matemática y de las competencias básicas en ciencia y tecnología, así como el logro de los objetivos de la etapa.

2. El Gobierno, previa consulta a las Comunidades Autónomas, establecerá los criterios de evaluación y las características generales de las pruebas para todo el Sistema Educativo Español con el fin de asegurar unos criterios y características de evaluación comunes a todo el territorio.

Es por ello, que la evaluación al término del sexto curso de Educación Primaria tendrá como objetivos y alcances evidenciados en el Marco General para la Evaluación Final de Educación Primaria (INEE, 2015, p. 5):

1. Proporciona información a los centros educativos, con la finalidad de la revisión de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
2. Permite mejorar a través de la disposición de más información y de la retroalimentación entre evaluación y práctica docente.

Por consiguiente, al conocer los resultados de la evaluación es fundamental que ésta se transforme en un proceso continuo y permanente, logrando conocer la realidad en distintos momentos y a lo largo de los ciclos educativos (Comisión Europea, 2015).

Considerando lo presente en el informe Consejería de Educación y Deporte (2020), para preparar la Evaluación Final de Etapa, se ha contado con los conocimientos y experiencia de docentes en activo en centros educativos. Para su diseño se ha partido de la matriz de especificaciones, que establece la concreción de los estándares de aprendizaje evaluables, asociados a cada uno de los procesos cognitivos y bloques de contenidos, recogidos en el marco general de la evaluación final de Educación Primaria.

Se ha optado por la realización de pruebas escritas construidas a partir de situaciones-problema cercanas a la vida cotidiana del alumnado, de las cuales se formulan preguntas dirigidas a comprobar la capacidad del alumnado para transferir conocimientos y habilidades de diferentes ámbitos curriculares aplicándolos a los problemas planteados en situaciones muy diversas. En cada caso se ha planteado un conjunto de cuestiones cerradas de opción múltiple, semiabiertas, y abiertas. En el diseño y la elección de las pruebas se ha tenido en cuenta, además, que el porcentaje de preguntas abiertas y semiabiertas alcanzara un mínimo del 20%. El contexto en el que se desarrollan los procesos de aprendizaje es determinante, de ahí que sea muy interesante conocer sus variables y analizar el modo en el que estas influyen en los resultados del alumnado (Ärlebäck y Albarracín, 2019).

3. Competencias en Ciencias-tecnología y Matemáticas

Las competencias básicas en ciencia y tecnología se establecen como aquellas que generan un acercamiento al mundo físico, desde las acciones que realizamos, ya sea de manera individual o colectiva, con el fin de mejorar la conservación y promover el desarrollo del medio natural, permitiendo de esta forma mejorar la calidad de vida, el progreso y el beneficio de un desarrollo amigable, sustentable de los espacios físicos (Hee y Kim 2016). Por ello, resultan fundamentales competencias para el desarrollo de estudiantes con actitudes sobre el pensamiento científico y su aplicación a eventos cotidianos ya que incluye la utilización de métodos propios de racionalidad científica y diversas destrezas tecnológicas conducentes al dominio de herramientas para la aplicación de demostraciones, contrastar ideas y su aplicación en el bienestar social (Hernández, 2005).

Dentro de los beneficios que se esperan, se encuentran generar estudiantes respetuosos y responsables, los cuales sean capaces de realizar juicios críticos sobre los diversos hechos científicos a los cuales se exponen día a día y la utilización de tecnología que mejore los procesos de aprendizaje (Hwang y Baek, 2008). Para el adecuado desarrollo de las competencias en

ciencia y tecnología resulta fundamental enfrentar conocimientos científicos relativos a la física, la química, la biología, la geología, las matemáticas y la tecnología, los cuales se derivan de conceptos, procesos y situaciones interconectadas, requiriendo el fomento de destrezas que permitan utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como utilizar datos y procesos científicos para alcanzar un objetivo; es decir, identificar preguntas, resolver problemas, llegar a una conclusión o tomar decisiones basadas en pruebas y argumentos (Jin y Na, 2009). Asimismo, estas competencias incluyen actitudes y valores transversales relacionados con de criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología, el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la valoración del conocimiento científico; así como el sentido de la responsabilidad en relación con la conservación de los recursos naturales y con las cuestiones medioambientales y a la adopción de una actitud adecuada para lograr una vida física y mental saludable en un entorno natural y social (Kim y Kim, 2016).

Para OECD (2012), la competencia matemática, conlleva la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto asociado a una situación planteada. Para el dominio efectivo de la competencia matemática, es necesario conocimientos sobre los números, las medidas y las estructuras, así como de las operaciones y las representaciones matemáticas, y la comprensión de los términos y conceptos matemáticos (operaciones, números, medidas, cantidad, espacios, formas, datos, etc.) (Kim y Lee, 2005). La utilización de herramientas matemáticas implica el dominio de una serie de destrezas que necesitan una aplicación de los procesos en distintos contextos, ya sean personales, sociales, profesionales o científicos, resultando clave la emisión de juicios y mantener una estructura argumental en la realización de ejercicios desarrollados y sus teorías que avalan esta interpretación, siendo oportuno la manipulación de expresiones algebraicas, incorporando los medios digitales cuando sea necesario, en función del desarrollo competencial eficiente (National Research Council, 2012). Conjuntamente se requiere que esta destreza maneje la creación de descripciones y explicaciones matemáticas que llevan implícitas la interpretación de resultados matemáticos, reflexiones sobre su aplicación al contexto, al igual que la toma de decisiones sobre si las soluciones son adecuadas y tienen sentido en la situación en que se presentan (Noh y Choi, 2004). Finalmente, esta competencia busca incluir diversas actitudes y valores que se basan en el trabajo con el rigor científico y el respeto a los datos obtenidos a consecuencia de los pasos sistemáticamente trabajados (Ortiz-Revilla y Greca, 2019).

4. Objetivos

De acuerdo con las consideraciones anteriores, el presente reporte tiene los siguientes objetivos.

4.1. Objetivo general

Caracterizar el logro de competencias en ciencias, tecnología y matemáticas en estudiantes de 6º de Educación Primaria tras la realización de talleres basados en la metodología STEM.

4.2. Objetivos específicos

- Diseñar una evaluación competencial que permita caracterizar el nivel de competencias científico-tecnológicas y matemáticas en estudiantes de Educación Primaria (anexo, 1).
- Medir el nivel de desarrollo de competencias científico-tecnológicas y matemáticas mediante la aplicación de una prueba inicial previa al desarrollo de talleres STEM.
- Contrastar el nivel de competencias científico-tecnológicas y matemáticas posteriores a la realización de los talleres STEM respecto de las puntuaciones iniciales

5. Método

El siguiente estudio tiene un carácter exploratorio-descriptivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El diseño es cuasiexperimental con un solo grupo (León y Montero, 2015)

La forma de estructurar la evaluación fue compilando preguntas extraídas de distintas evaluaciones de competencias científico-tecnológicas y matemáticas desarrolladas por distintas comunidades autónomas, existiendo una validación previa de las mismas por cuanto no se realiza una validación de la prueba formulada. Luego de caracterizar los ítems de las pruebas de acuerdo con los resultados y la competencia que se pretende evaluar, se organizan los hallazgos en tablas de frecuencias y se representan mediante gráficos estadísticos.

La muestra estuvo formada por 19 estudiantes de 6º de Educación Primaria de dos centros educativos pertenecientes al proyecto de *Comunidades de Aprendizaje*, orden por la que se regula el procedimiento de inscripción y continuidad de centros reconocidos como Comunidad de Aprendizaje y se crea la Red Andaluza Comunidades de Aprendizaje, 2012). Esta muestra fue no probabilística, de tipo intencional (Cardona, 2002), debido a la modalidad voluntaria de acceso a los talleres STEM, los cuales fueron sometidos (grupo experimental) a la aplicación del programa de intervención STEM (pre y post test). Posteriormente se aplicó la prueba que permitió verificar la efectividad del programa STEM. La implantación del programa STEM se llevó a cabo en los centros educativos de la ciudad de Granada (España) con alta vulnerabilidad social. Los talleres se desarrollan en dos centros, de manera alterna a las clases formales y destacando la voluntariedad en la asistencia por parte del alumnado.

En total fueron 12 sesiones las que se trabajaron elementos de ciencias y matemáticas bajo el enfoque STEM, las cuales se describen en la tabla 1

Tabla 1. Contenidos trabajados en las sesiones

Sesión Nº	Breve descripción de la sesión	Contenidos curriculares Ciencias	Contenidos curriculares Matemáticas
1	Montaje del robot (reconocimiento de piezas y funciones de sensores)	Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema.	Unidades de medida, distancias y equivalencias.
2	Aplicaciones, programación de móviles vinculados al robot mBot, recorrido y desplazamiento del robot.	Resolución de problemas de la vida cotidiana en los que intervengan diferentes magnitudes.	Medición de distancia, tiempo y promedios de recorrido según variables añadidas.
3	Plano y montaje ciudad sostenible, circuito eléctrico.	Fuentes de energía y materias primas, energías y sus variables de generación.	Cálculos, estimaciones y mediciones. Equivalencias y proporciones
4	Ciudad Sostenible: "Desarrollo panel eléctrico temático"	Electricidad; la corriente eléctrica. Conductores y aislantes eléctricos, elementos de un circuito.	Desarrollo de operaciones matemáticas básicas, proporciones y unidades de medida.
5	Ciudad Sostenible: "eficiencia, ahorro energético y variables de consumo"	Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes. Variaciones de consumo y ahorro.	Estimaciones, aproximación, planteamiento y resolución de problemas.

6	Diseño, creatividad y prueba en ciudad sostenible”, variaciones de alimentación de energía al robot.	Diferentes formas de energía y su utilización según el requerimiento (potencia y variaciones).	Clasificación de datos cuantitativos utilizando técnicas elementales de observación y medición.
7	Plano, montaje y programación ciudad sostenible: “recorrido del robot mBot con sensor sigue línea y programación Scratch”	Fuentes de energía y materias primas según su origen.	Realización de mediciones utilizando precisión en los cálculos desarrollados.
8	Plano y montaje ciudad sostenible: Energía Solar y termómetro Logger Pro.	Diferentes fuentes de energía. La energía solar y su forma de captación y almacenamiento.	Realización de mediciones, volumen de almacenamiento, determinación de superficies.
9	Plano y montaje ciudad sostenible: Energía Eólica.	Diferentes fuentes de energía, generadores eólicos y su ubicación estratégica sobre un terreno específico.	Realización de mediciones, volumen de almacenamiento, determinación de superficies.
10	Plano y montaje ciudad sostenible: “Sistema de Riego por Goteo, jardines Verticales y termómetro casero”	Energías renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes, utilización de recursos naturales de forma consciente.	Resolución de problemas de la vida cotidiana en que intervengan diferentes magnitudes, medidas de tendencia central.
11	Carrera robots, coche casero propulsado por aire y sensor de movimiento “LoggerPro”	Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver problemas.	Estimación de longitudes y superficie de recorrido.
12	Marcador eléctrico y fútbol entre robots, Ciudad Sostenible: “presentación final”	Construcción de máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver problemas.	Recogida de datos cuantitativos, técnicas de representación.

Para la búsqueda y selección de los ítems considerados en las evaluaciones (pre y post test), se revisaron las pruebas de años anteriores, seleccionando un total de 16 preguntas, según los modelos entregados por el INEE (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de preguntas según competencia y fuente de origen

Competencias	Ciencias P9; P10; P11; P12; P13; P14; P15; P16	Matemática P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8	
Tipo de pregunta (respuesta)	Cerrada PM2-PM3-PM5-PM6-PM7-PM8- PC9-PC10-PC11-PC12-PC13	Semiconstruida PM1-PM4-PC14	Construida PC15-PC16

Evaluaciones utilizadas según el Año de creación	Prueba Modelo PM2-PC15-PC16	2015-2016 PM3-PM7-PC9- PC10-PC11- PC12-PC13- PC14	2016-2017 PM8	2017-2018 PM1-PM4- PM5-PM6
Preguntas				
Bloque o contenido:	Matemática Incertidumbre y datos: PM6 PM1 PM3 Números: PM4 Geometría: PM6 PM7 Medida: PM8 PM2		Ciencia La tecnología, los objetos y las máquinas PC9 PC10 PC11 PC12 PC13 PC14 PC15 PC16	

Tabla 2. ejercicios seleccionados, año de la evaluación, bloque o contenido trabajado y tipo de respuesta (PX: pregunta y número; PM=pregunta de matemática; PC=pregunta de Ciencia)

Una de las preguntas utilizadas para evaluar la competencia matemática se muestra en la Figura 1. Esta moviliza los procesos cognitivos de razonar, reflexionar, juicio, valoración, aplicar y analizar. Además, esta pregunta exige dominios de los contenidos propios de estadística y probabilidad, utilizando estrategias heurísticas, de razonamiento mediante el uso de contraejemplos en contextos de energía y eficiencia de consumo, haciendo necesario la ciencia y matemática para su respuesta.

3). Los mellizos Javier y Paula han ido con sus padres a comprar un frigorífico nuevo a una tienda especializada. La familia busca un electrodoméstico que sea energéticamente eficiente, es decir, que reduzca el consumo energético y proteja el medio ambiente. Cada frigorífico viene clasificado según su consumo energético, que se muestra en una etiqueta como la de la imagen.

En el almacén al que acudió la familia han vendido, en el último mes, 50 frigoríficos de distinta eficiencia energética, según se puede ver en la tabla:

Clase	A	B	C	D
Nº de frigoríficos	22	9	11	8



El almacén realiza un sorteo cada mes y devuelve el importe del frigorífico a uno de sus clientes. La probabilidad de que se devuelva el importe de un frigorífico de clase A es:

- a) 22 / 25 b) 22/ 50 c) 22 /100 d) 50 /22 |

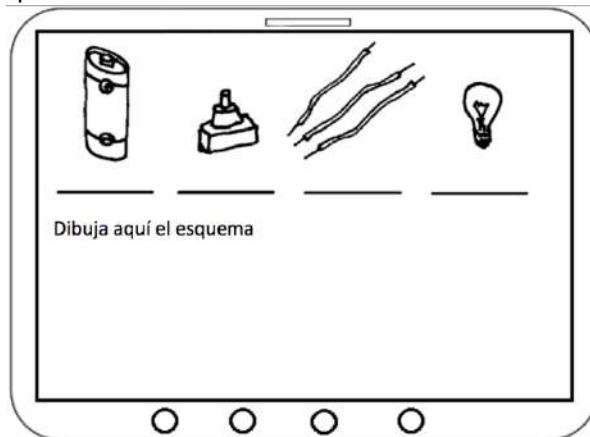
(pág. 16 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2015 -2016)

Figura 1 modelo pregunta evaluación

Figura 1. Ejemplo actividad de evaluación por competencias.

La actividad mostrada en la Figura 2 corresponde al bloque de contenido de tecnología, los objetos y máquinas, busca trabajar procesos cognitivos como razonar y reflexionar, buscando las síntesis y creación de una respuesta oportuna, la es clasificada como dificultad media según su composición. El estándar de aprendizaje es la generación de un circuito eléctrico, siendo el tipo de respuesta construida, la respuesta busca que los dibujos estén integrados los cuatro componentes de manera consecutiva (batería-cable, interruptor, cable, bombilla, cable, batería) e incluyendo los cuatro componentes.

Aparece una pantalla de bienvenida donde se explican los componentes básicos de la linterna que les han regalado; tras ver la información les plantean que dibujen un circuito eléctrico con los componentes que aparecen en la imagen y que indiquen el nombre de cada uno de ellos en la línea correspondiente.



(pág. 23 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º Modelo)

Figura 2. Ejemplo actividad de evaluación por competencias

6. Resultados

Una vez analizados los resultados obtenidos en la evaluación de competencias por los estudiantes, los resultados arrojan los siguientes datos estadísticos que describen la evolución total entre el pre y post test (ver tabla 3)

Tabla 3. Puntuaciones estadísticas obtenidas en evaluación competencial

PRE TEST		POST TEST	
Media	5,42105263	Media	9,63157895
Error típico	0,55311869	Error típico	0,58344874
Mediana	6	Mediana	9
Moda	8	Moda	9
Desviación estándar	2,41098849	Desviación estándar	2,54319411
Varianza de la muestra	5,8128655	Varianza de la muestra	6,46783626
Curtosis	0,46789641	Curtosis	0,01552526
Coficiente de asimetría	-0,66272495	Coficiente de asimetría	0,62142995
Rango	8	Rango	10
Mínimo	0	Mínimo	5
Máximo	8	Máximo	15
Suma	103	Suma	183
Cuenta	19	Cuenta	19

De esta forma y como muestra la figura 3 la evaluación en ciencias pre y post test arroja una diferencia positiva de 0,35 puntos de media, en el caso de matemáticas la diferencia a favor del post test es de 0,18. En relación a los resultados en la evaluación general la diferencia entre el pre y post test es de 0,26 puntos positivos

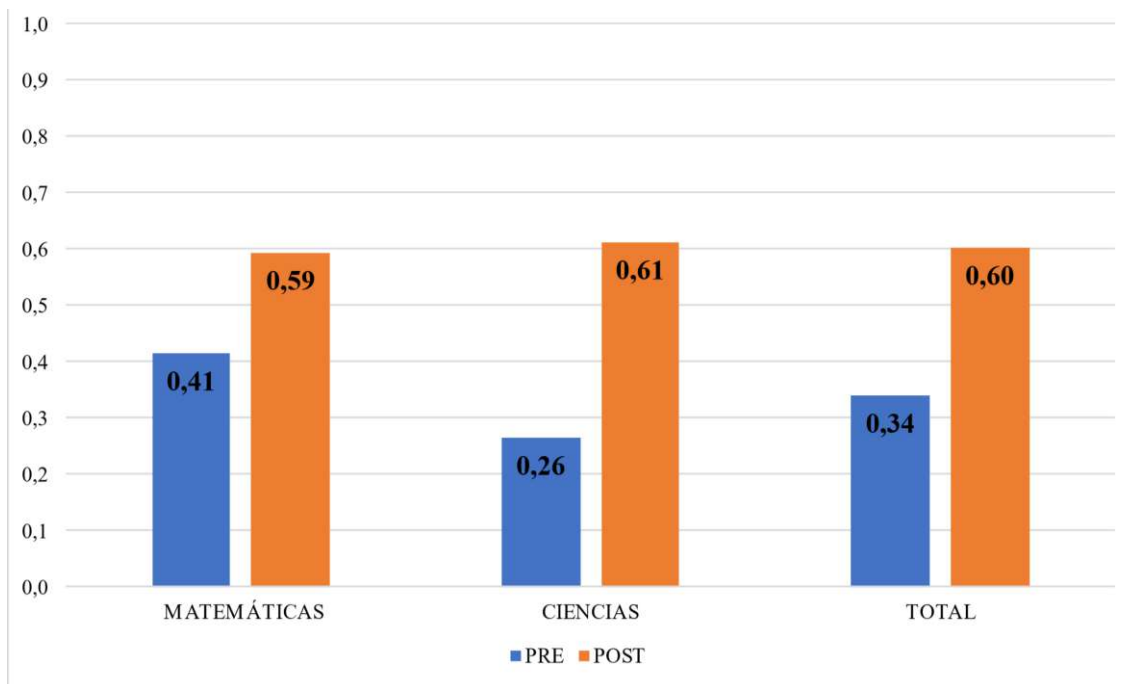


Figura 3. Resultados pre y post test evaluación por competencias

A través de la figura 4 es posible apreciar la evolución positiva en la mayoría de las preguntas que representan nuestra evaluación de competencias en matemáticas (1 al 8) y ciencias (9 al 16), teniendo solo la pregunta seis de matemáticas una mínima de 0.03 de diferencia negativa.

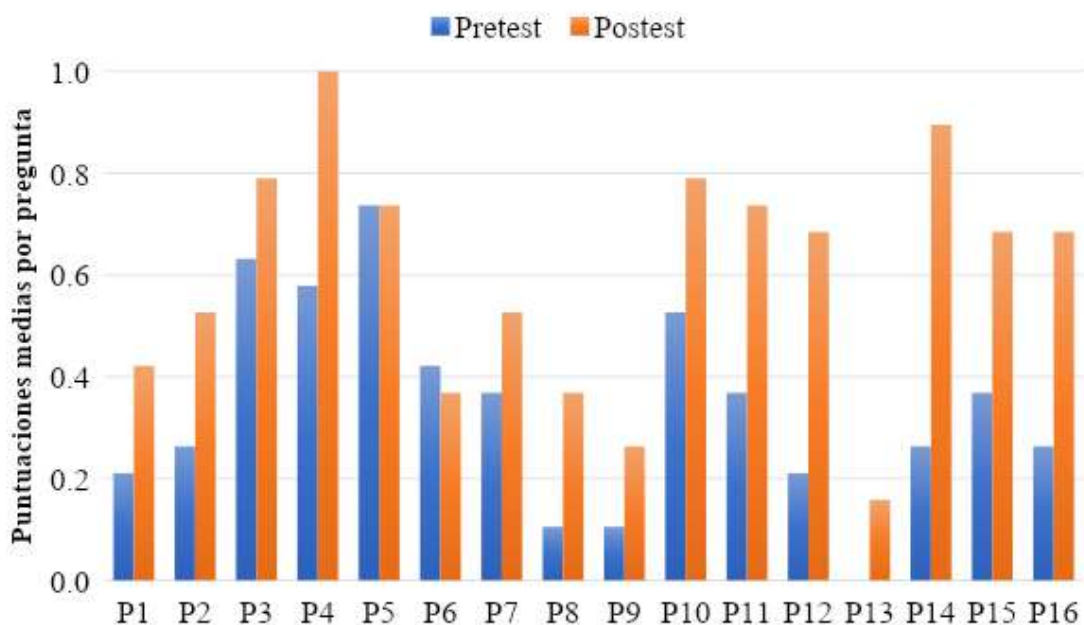


Figura 4. Resultados pre y post test 16 preguntas evaluación por competencias.

Los resultados de la evaluación nos muestran que los estudiantes desarrollan una mejora en la calificación inicial posterior a la intervención de nuestro plan de trabajo con el proyecto CISOGRA, de esta forma el figura 5 no muestra una representación de los resultados en el área de ciencias y matemáticas según el comportamiento de cada pregunta competencial trabajada, dando a entender que un trabajo prolongado en el tiempo estaría directamente relacionado con la mejora de sus calificaciones en los contenidos evaluados.

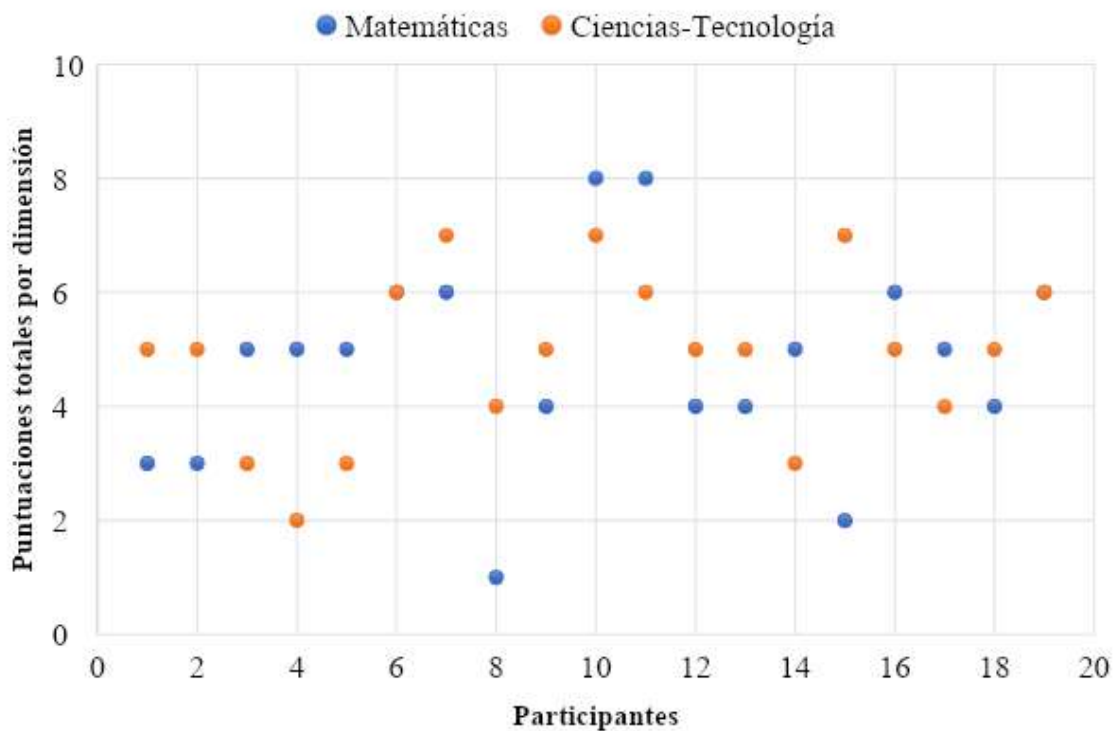


Figura 5. Evolución de preguntas en ciencia y matemáticas

7. Discusión

Mediante el presente informe Consejería de Educación y Deporte (2020). De educación primaria se presenta un análisis de datos obtenidos de evaluaciones diagnósticas de educación primaria de sexto curso a 140 centro educativos de Andalucía, logrando obtener una visión general de las competencias logradas por los estudiantes, la población que se muestra es representativa y seleccionada de forma aleatoria para analizar estadísticamente (n =5663 alumnos), dicha evaluación se encuadra en entregar orientación a los estamentos públicos en materia educativa, dentro de los resultados dados a conocer para cada competencia evaluada encontramos que en la competencia de Ciencia y Tecnología el nivel alcanzado es de 2.9 (niveles avanzados 4%, medio 61% y nivel inicial 35%) como media, de un máximo de 6 puntos, a su vez en competencia matemática la media corresponde a 3.8 (niveles avanzados 27%, medio 61% y nivel inicial 12%), teniendo una mejora de 1.1 puntos a favor de matemáticas, similar es el caso de nuestro estudio, el cual con 0.26 de media en favor de las evaluación matemáticas. La competencia que presenta menor porcentaje de alumnado en los niveles avanzados es Ciencia y Tecnología en la que ningún alumno o alumna consigue el nivel 6 y solo un 4% alcanza el nivel 5. En Matemáticas el porcentaje de alumnado que se sitúa dentro de los niveles avanzados es del 27%. En cuanto al alumnado situado en los niveles iniciales de la escala los porcentajes oscilan entre el 35% para las competencias en Ciencia y Tecnología y el 12% en la competencia Matemática.

Los resultados en Ciencia y Tecnología reflejan que el bloque de contenidos más desarrollado en el alumnado de la muestra de Educación Primaria es el de Seres vivos (3,5), en segundo lugar,

estaría Ser humano y salud (3,1). La media de puntuación en los otros dos bloques, Máquinas (2,7) y de Materia y energía (2,8), se puede considerar una media baja. Con respecto a matemáticas, ha obtenido resultados más favorables en el de Estadística y probabilidad (5,0), con una puntuación superior al resto de los bloques. En segundo y tercer lugar estarían Medidas (3,8) y Geometría (3,4). Números obtiene la menor puntuación (3,2)

En la presente tablas se presentan las diferencias estadísticas de los resultados obtenidos para matemáticas y ciencia en nuestro estudio, específicamente en el área curricular de ciencia se trabajó en “Materia y Energía”, “La tecnología, los objetos y las máquinas”, conjuntamente con el área de matemática a través de: “Procesos, métodos y actitudes matemáticas” 3: “Medidas”, 5: “Estadística y Probabilidad”, teniendo en cuenta que las primeras 8 preguntas corresponden a matemáticas y las siguientes 8 a ciencia

Tabla 4. Puntuaciones estadísticas por preguntas obtenidas en evaluación competencial

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Pretest	0,2															
t	1	0,26	0,63	0,58	0,74	0,42	0,37	0,11	0,11	0,53	0,37	0,21	0,00	0,26	0,37	0,26
Posttest	0,4															
t	2	0,53	0,79	1,00	0,74	0,37	0,53	0,37	0,26	0,79	0,74	0,68	0,16	0,89	0,68	0,68

En comparación con el estudio de Arian, Erkin y Pesen, (2020) que tiene como objetivo construir un marco de evaluación de competencias STEM y proporcionar evidencia de validez probando empíricamente su estructura. Desarrolló una prueba basada en este marco de evaluación y los ítems se calibraron utilizando la teoría de respuesta al ítem. Los hallazgos empíricos apoyaron la estructura del marco de evaluación STEM. Como se planificó el marco de evaluación y tal cual hemos pretendido diseñar nuestra propuesta (ver Tabla 1) para reflejar la estructura multidimensional de STEM, se crearon escenarios relacionados con STEM que buscan medir la capacidad de razonamiento utilizando como medio problemas no rutinarios. La prueba de resolución de problemas no rutinarios de competencias STEM se desarrolló para constar de 3 dominios principales y 10 subdominios en una sola prueba como se propone en el marco de evaluación STEM, las muestras al igual que nuestra investigación se apoyó en una selección mediante un muestreo conveniente. Se realizó un análisis de los ítems basado en la teoría clásica de las pruebas para eliminar los ítems problemáticos mientras se preservaba la validez de contenido). Los índices de dificultad de los elementos oscilaron entre 0,22 y 0,96. La dificultad media fue de 0,57 y la mediana de 0,56. Los índices de discriminación de elementos variaron de 0,06 a 0,58. La media de los índices de discriminación fue de 0,29 y la mediana también fue de 0,29. Al presentar nuestros estadísticos de prueba^a es posible evidenciar los resultados confirmatorios para validar nuestros resultados, similares a los conseguidos en el estudio anterior (ver tabla 5)

Tabla 5. Estadísticos descriptivos evaluación competencial

	Total_post - total_pre	Matemáticas (post) - Matemáticas (pre)	Ciencias (post) - Ciencias (pre)
Z	-3,509 ^b	-2,500 ^b	-3,518 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0	0,012	0

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

De igual forma que Niss y Højgaard, (2019) creemos que un aspecto clave de la competencia es la capacidad de diseñar e implementar estrategias para resolver problemas contextualizado, Es decir una conceptualización de las competencias son de carácter puramente cognitivo, tal cual, como la disposición a actuar, formando parte de la definición genérica de las mismas tal como lo trabajaron Wu, Chao, Cheng, Tuan, y Guo., (2018) quienes sondean las diferencias de competencia en matemáticas y ciencias de la escuela primaria en Taiwán con resultados positivos hacia el desarrollo competencial en estas áreas. Entendiendo que la preparación de los estudiantes sería los prerrequisitos cognitivos de un estudiante para participar en ciertas actividades. Esto contrasta con una disposición, que se entiende cómo tratar los rasgos afectivos y actitudinales de los participantes respecto a las actividades a ejecutar.

8. Conclusión

Mediante el estudio presentado se ejemplifican diversos ejercicios que buscan medir el desarrollo de competencias ya sea en ciencias o matemáticas posterior a un programa de intervención en estas áreas curriculares. Las evaluaciones interdisciplinarias para STEM parecen ser escasos en la literatura. En el marco actual, la estructura multidimensional e integrada de las competencias STEM se abordó teniendo en cuenta las áreas de estudio de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Enderson y Ritz, 2016). Los problemas relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas que requerían cálculos matemáticos se utilizaron como medio para desarrollar una herramienta para entregar una respuesta a esta evaluación. La importancia de la educación STEM es cada vez más apreciada en todo el mundo, de esta forma la evaluación posee diversos ítems de problemas no rutinarios que proporcionaron una gran variedad de escenarios de problemas novedosos para los estudiantes.

Se ha diseñado e implementado una propuesta para evaluar las competencias en las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los procesos de enseñanza aprendizaje. Se enfatizó en la construcción de una prueba que midiera las temáticas trabajadas en vista de evaluar los resultados en un antes y después. La prueba de competencias en los estudiantes ayudó a comprender la calidad de los elementos y facilitó la revisión y el descarte de elementos de acuerdo con el análisis científico. Como producto de este riguroso procedimiento, los datos recopilados arrojaron una buena consistencia estadísticas de los ítems y los resultados esperados. Además, se puede afirmar, por medio de las evidencias cuantitativas, que los estudiantes del grupo experimental, los cuales han participado activamente en las 12 sesiones muestran valores relativamente altos, de igual forma los resultados del pre-test –post-test evidencian valores estadísticamente significativos. De esta forma podemos concluir que objetivo específico 1, 2 y 3 se han respondido a cabalidad, diseñando, midiendo, contrastando y caracterizando las competencias evaluadas en ciencia y matemáticas mediante una propuesta de trabajo STEM en estudiantes de Educación Primaria.

Finalmente se espera que los estudiantes, el sistema y de los maestros en particular, utilicen una serie de competencias que les permitan desenvolverse con éxito en la sociedad de la información y el conocimiento.

9. Referencia

Aguilera, D., y Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3103-3103.

- Arikan, S., Erktin, E., y Pesen, M. (2020). Development and validation of a STEM competencies assessment framework. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-24.
- Ärlebäck, J.B., y Albarracín, L. (2019). The use and potential of Fermi problems in the STEM disciplines to support the development of twenty-first century competencies. *ZDM Mathematics Education* 51, 979–990 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01075-3>
- Austin, P. C. (2008). A critical appraisal of propensity-score matching in the medical literature between 1996 and 2003. *Statistics in Medicine*, 27(12), 2037–2049. <https://doi.org/10.1002/sim.3150>
- Bates, A. B., Latham, N., y Kim, J. A. (2011). Linking preservice teachers' mathematics self-efficacy and mathematics teaching efficacy to their mathematical performance. *School Science and Mathematics*, 111(7), 325–333
- Boulmetis, J. y Dutwin, P. (2000). *The ABCs of Evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R., & Landes, N. M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program form biological science improvement study (BSCS). *The American Biology Teacher*, 52(2), 92–98.
- Cárdenas, F. y Sarmiento, F. (2000). Desarrollo y evaluación de competencias en ciencias. *Proyecto pedagógico y competencias*
- Castellanos, A., Sánchez, C. y Calderero, J. F. (2017). Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 1-9.
- Castillo Arredondo, S., y Cabrerizo Diago, J. (2010). Evaluación educativa de aprendizajes y competencias. Madrid: Pearson educación.
- Chu, H. E., Martin, S. N., y Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1251-1266.
- Cifuentes, J., Cortés, L., Garzón, N. y González, D. (2020). Desarrollo de las competencias de indagación y explicación a través de prácticas de aula basadas en la enseñanza para la comprensión. *Cultura, Educación y Sociedad*, 11(2). 87-109. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.11.2.2020.06>
- Clark, A.C. y Ernst, J.V. (2008). STEM-Based Computational Modeling for Technology Education. *Journal of Technology Studies*, 34(1), 20-27
- Comisión Europea (2015). *EU Skills Panorama 2014: Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) skills*.
- Consejería de Educación y Deporte (2020). Evaluación Final de Etapa. Informe de resultados. Educación Primaria. Sevilla: Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa
- De la Unión Europea, C. (2018). Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 1-13.

- Domènech-Casal, J. (2019). Apuntes lingüísticos para el tránsito a la competencia científica: Leer para indagar en el aula de Ciencias. *Didacticae*, 5, 85–98
- Duban N., Aydoğdu. B y Kolsuz S. (2018) STEAM implementations for elementary school students in Turkey. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions* 3(2), 41-58.
- Enderson, M. y Ritz, J. (2016). STEM in general education: Does mathematics competence influence course selection. *Journal of Technology Studies*, 42(1), 30–41. <https://doi.org/10.21061/jots.v42i1.a.3>.
- Gamboa, A., Hernández, C. y Prada, R. (2020). Competencias científicas, investigativas y comunicativas: experiencias desde una línea de investigación en enseñanza de las Ciencias. *Plumilla Educativa*, 25 (1), 13-26. DOI: 10.30554/pe.1.3827.2020
- Hee Kim, B., y Kim, J. (2016). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1909-1924.
- Hernández, C. A. (2005). *¿Qué son las “competencias científicas”?* Presentación llevada a cabo en el Foro Educativo Nacional de Bogotá, Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hwang, E. y Baek, S. (2008). A Comparative Research on the Results between Self-Reported Evaluation and Experts' Evaluation of Practical Teaching Competence in Secondary School. *Journal of Education evaluation*, 21(2), 53-74.
- Jin, S. y Na, I. (2009). A Framework of Teaching Competencies and Comparison of the Perception: between Pre-service and In-service Elementary School Teachers in Korea. *Research of elementary education*, 22(1), 343-368.
- Kim, B.H. y Kim, J. (2016) Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, 12, 1909–1924
- Kim, D.-H., Ko, D. G., Han, M.-J. y Hong, S.-H. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of Korean Association of Science Education*, 34(1), 43–54.
- Kim, J. y Lee, G. (2005). Logical Investigation on the Teachers' Self-Evaluation Strategy of Instructional Competence for Improving Quality of Instruction. *Journal of Education evaluation*, 18(3), 19-38.
- Lee, J. W., Park, H. J. y Kim, J. B. (2013). Primary teachers' perceptions analysis on development and application of STEAM education program. *Journal of Korea Society of Elementary Science Education*, 32(1), 47–59.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). (BOE de 10-12-2013)
- López Simó, V., Couso Lagarón, D. y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62), 27. Obtenido de <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Martínez Rizo, Felipe. (2009). Evaluación formativa en aula y evaluación a gran escala: hacia un sistema más equilibrado. *Revista electrónica de investigación educativa*, 11(2), 1-18.

- Martínez-Arias, R. (2006). La metodología de los estudios PISA. *Revista de Educación, extraordinario*, 111-129.
- Mayorga Fernández, M. J., Gallardo Gil, M. y Jimeno Pérez, M. (2015). Evaluación Diagnóstica en Andalucía: Una investigación del área "competencia matemática". *Aula Abierta*, 47-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aula.2014.07.001>
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte (2013). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa*. Madrid: Autor. Recuperado de: <http://www.boe.es>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). Real Decreto 126/2014 de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *BOE*, 52, 19349-19420.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Marco General de la evaluación de sexto curso de Educación Primaria. Madrid: Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE). Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/inee>.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *BOE*, 25, 6986- 7003. Recuperado de: <http://www.boe.es>.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte –MECD- (2015). Prueba de la competencia en ciencia y Tecnología. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/evaluacionsextoprimaria/pruebamodelo6epcyt.pdf?documentId=0901e72b81d3c84f>
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press
- Niss, M., Højgaard, T. (2019) Mathematical competencies revisited. *Educ Stud Math* 102, 9–28. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>
- Noh, H. y Choi, M. (2004). The Development of the Teaching Competency Model for HRD (Human Resources Development. *Korea Research Institute for Vocational Education & Training*, 7(2), 1-28.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OCDE.
- OECD. (2018). *Education at a glance 2018: OECD indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/eag-2018-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2012). PISA 2012 test results: United States. Available from: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-US.pdf> [last accessed March 16, 2015].
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (2020). *Education at a glance 2020: OECD indicators*, París: OECD Publishing. <https://data.oecd.org/eduatt/population-with-tertiary-education.htm>
- Ortiz-Revilla J., Greca I. M. (2019) La evaluación del desarrollo competencial escolar: propuesta de un instrumento. En M. C. Pérez-Fuentes (Ed.), *Innovación docente e investigación en educación* (pp. 365-374). Madrid, España: Dykinson
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Adúriz-Bravo, A. (2018). La Educación STEAM y el desarrollo competencial en la Educación Primaria. En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrà (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 41-54). Madrid, España: Dextra.

- Ortiz-Revilla, J. Greca, I. y Adúriz-Bravo, A. (2018). Presencia y caracterización de las competencias científica y matemática en estudios sobre Educación Primaria. C. Papini y F. G. Sica (eds.), *Las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática en el aula, nuevos desafíos y paradigmas* (pp. 259-271). Tandil, Argentina: UNICEN
- Ortiz-Tobón, P. y García-Rentería, W. (2019). Fortalecimiento de las competencias científicas a partir de unidades didácticas para alumnos de grado cuarto (4°) de Básica Primaria. *Trilogía CienciaTecnologíaSociedad*, 11(21), 149–168. <https://doi.org/10.22430/21457778.1076>
- Valverde Berrocoso, J., Revuelta Domínguez, F. I. y Fernández Sánchez, M. R. (2012). Modelos de evaluación por competencias a través de un sistema de gestión de aprendizaje. *Revista Iberoamericana De educación*, 60, 51-62.
- Vargas, M. (2004). La evaluación educativa: Conceptos, períodos y modelos. *Actualidades investigativas en educación*, 4(2).
- Velásquez, S., Celis, J. y Hernández, C. (2017). Evaluación contextualizada como estrategia docente para potenciar el desarrollo de competencias matemáticas en pruebas saber. *Eco matemático*, 8(s1), 33–37.
- Yakman, G. y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086
- Wu, L. C., Chao, L. L., Cheng, P. Y., Tuan, H. L., y Guo, C. J. (2018). Elementary teachers' perceptions of their professional teaching competencies: Differences between teachers of math/science majors and non-math/science majors in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(5), 877-890.
- Zeidler D. L. (2016) STEM education: ¿a deficit framework for the twenty first century? Asociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education* 11(1), 11-26. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>

4.8. Comentarios finales

Dentro de las observaciones que obtenemos de los maestros entrevistados encontramos que este primer acercamiento a la robótica en un ambiente STEM, facilitó que los estudiantes descubran y entiendan la realidad que nos rodea y el cambio tecnológico al cual nos enfrentamos como sociedad. La facilidad que entregó el programa desarrollado permitió que los estudiantes se motiven como alumnos científicos e ingenieros, mientras comprenden el funcionamiento de las máquinas y sus componentes tecnológicos. Ya comentábamos que las conclusiones expresadas por los maestros habían sido positivas, pero no es posible extrapolar las a las diversas áreas de estudio a consecuencia del reducido número de participantes en el experimento, pero aun así hemos podido comprobar cómo la robótica educativa ha ayudado a los niños a trabajar más y mejor en equipo, a sentarse para escuchar y expresar los diversos puntos de vista de los demás, llegando a consensuar una solución entre todos y cambiarla si finalmente se habían equivocado en la respuesta. De esta forma y como lo comentan los maestros entrevistados esto no se queda solo en las clases de robótica, sino que los niños se lo llevan a la sala de clases, su vida cotidiana, logrando ser capaces de interiorizar el trabajar con otras personas porque saben la importancia de trabajar en equipo y las múltiples soluciones que tiene un problema. Siendo la creación de nuestro programa una estrategia para la capacitación y motivación escolar, abordar la experiencia desde el trabajo con robótica en el colegio ha sido un reto constante, para mantener la dinámica y motivación de estudiantes. Algo que, si se abordara en futuros estudios es ampliar el rango poblacional.

A nivel de evaluación competencial se ha diseñado e implementado una propuesta para evaluar las competencias en las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los procesos de enseñanza aprendizaje. Se enfatizó en la construcción de una prueba que midiera las temáticas trabajadas en vista de evaluar los resultados en un antes y después. La prueba de competencias en los estudiantes ayudó a comprender la calidad de los elementos y facilitó la revisión y el descarte de elementos de acuerdo con el análisis científico.

Capítulo 5. Conclusiones, limitaciones y prospectiva

5.1. Conclusiones

Tras una revisión de la literatura sobre STEM y particularmente sobre robótica educativa en Educación Primaria aplicada al ámbito STEM, y de una revisión de la presencia de la perspectiva STEM en las actividades de libros de texto españoles y chilenos, se ha diseñado, implementado y evaluado el proyecto STEM y de robótica educativa, CISOGRA. Mediante este proyecto, se ha diseñado e implementado una propuesta para mejorar la actitud hacia las ciencias y las matemáticas basadas en experiencias curriculares por medio de la robótica y las diferentes disciplinas STEM utilizadas como estrategias de cambio en los procesos de enseñanza aprendizaje. Por una parte, se siguen diferentes líneas de trabajo pedagógicas, en las cuales, la robótica educativa surge como una herramienta para despertar la motivación y actitud en los estudiantes en las disciplinas de ciencia y matemática. Se trata de un proyecto interdisciplinar, el cual combina las áreas de STEM en el mundo educativo, aportando materiales para integrar los conceptos y experiencias de aprendizajes, aumentando la actitud en el estudiantado.

Se debe entender la trascendencia de los componentes de esta metodología, interiorizarnos y ponerlos en práctica, con posterioridad en la aplicación de los roles que tiene cada integrante al momento de trabajar en grupos; se comienza un proceso que posibilita el desarrollo de competencias que tienen que ver con el enfoque STEM, de esta forma se logra potenciar habilidades y destrezas requeridas para que los alumnos puedan comprender un mundo que cada día le da más trascendencia a los avances tecnológicos, los cuales son acompañados con estudiantes más creativo, que sepan desempeñar en equipo y fortalezcan en disciplinas STEM desde su entorno académico. Así mismo, respalda el progreso en cuanto al conocimiento transversal, donde el contenido de cada una de las materias que conforman esta metodología, no se contempla de manera separada, sino interdisciplinar, con el fin de respaldar un aprendizaje en un contexto globalizado; donde no solo se adquiere aprendizaje en los contenidos, sino también se lleva a la práctica mediante las competencias adquiridas. Lograr aprendizajes en ciencias y matemáticas a partir de proyectos innovadores para los alumnos, desarrollando conexiones entre los contenidos de asignaturas, son necesarios en los tiempos actuales, considerando los resultados de pruebas internacionales en donde los estudiantes se les dificultan la utilización de aprendizajes en situaciones concretas que exigen la elaboración y evaluación de soluciones en problemas reales, lo cual se conecta con las competencias necesarias de dominar al momento de cumplir su tercer ciclo de Educación Primaria.

En el presente capítulo, a modo de conclusión, se da información sobre el cumplimiento de los objetivos de la investigación, y el contraste de hipótesis. En la última parte se establecen futuras líneas de investigación a explorar a partir de la presente investigación y de la problemática que se busca seguir indagando en un futuro.

Toda la investigación gira en torno a los objetivos de investigación planteados, de esta forma presentaremos las conclusiones en función de dichos objetivos

O1. Describir la producción científica indexada en la base SCOPUS sobre educación STEM, en el contexto internacional a lo largo de los últimos nueve años y caracterizar la producción científica sobre robótica educativa en Educación Primaria para la educación STEM mediante una revisión sistemática en las bases de datos *Scopus de Elsevier*, *Educational Resource Information Center (ERIC)* y *Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics*.

Se ha presentado una síntesis del surgimiento y evolución de la educación STEM, conjuntamente a una revisión de la literatura sobre investigación STEM en Educación Primaria durante el periodo 2010-2018. Dada la amplia naturaleza conceptual del tema analizado, se revisaron los resúmenes como una forma de refinar la selección, obteniendo un total de 65 documentos. En relación al tipo de documento se observa la distribución de la producción sobre educación STEM según el tipo de documento en que se ha publicado, vemos que la mayoría corresponden a documento de sesión (52,3%), es decir, publicaciones de trabajos presentados en eventos académicos (congreso, conferencias, exposiciones, simposios, foros, etc.). Los resultados apuntan a los años del 2016-17 como el periodo con más producción científica, con una tendencia al alza. A la luz de estos resultados, se considera que en la literatura todavía se encuentra en franco crecimiento, en los cuales los países con mayor potencial económico son los principales innovadores e impulsores en esta temática.

Los resultados obtenidos de la revisión sistemática ofrecen un número relativamente escaso de estudios (26) que abordan el desarrollo formativo mediante la robótica educativa en el contexto de educación STEM en Educación Primaria de forma exclusiva. Se han tenido en cuenta las variables de año de publicación, los países con más producciones, las autorías más productivas en este campo y fuentes documentales con mayor número de publicaciones. Asimismo, se ha realizado una clasificación según los tipos de documentos y los métodos de investigación utilizados, así como las etapas educativas objeto de estudio y los lenguajes de programación utilizados. Además, se ha observado cómo este campo de estudio se ha abordado desde los dos principales paradigmas de investigación: cuantitativo y cualitativo. Teniendo en cuenta los resultados de la distribución temporal de los estudios revisados y la importancia que sigue adquiriendo la educación basada en ambientes STEM desde temprana edad, se observa una tendencia al alza. Esto resalta la importancia de realizar un acercamiento a las áreas STEM, desde edades tempranas, de modo que más estudiantes puedan optar por este tipo de líneas de trabajo en un futuro. Así, es predecible la aparición de nuevos estudios sobre STEM y robótica educativa que continúen ayudando a la comprensión de su significatividad en la Educación Primaria. Todos estos hallazgos podrían ayudar a desarrollar propuestas didácticas más coherentes con las necesidades educativas actuales.

O2. Analizar los libros de texto de Educación Primaria españoles y chilenos, expresión del currículo de la LOMCE para España y del MINEDUC para Chile, de las asignaturas de Ciencias Naturales y Matemáticas, para establecer la presencia y la caracterización de las actividades didácticas de los libros según el enfoque STEM.

Con este trabajo se ha querido detectar la presencia de actividades con una estructura STEM en libros de texto según el modelo de Toma y Greca (2017). Los resultados de este trabajo evidencian la presencia de este tipo de actividades en los libros de ciencias y matemáticas analizados; aunque estas son aún escasas y valorándose como necesario aumentar su número. En particular, se observa una baja presencia de las fases 4 (resolución del problema inicial) y 5 (evaluación), que coinciden con ser las que requieren un mayor grado de trabajo, conocimiento y desarrollo por parte de los estudiantes, y que con el paso de los cursos deberían ser más

frecuentes, conjuntamente los resultados señalan que existe una proximidad entre las actividades sugeridas y el desarrollo de habilidades STEM. Sin embargo, al no evidenciar las últimas fases del modelo propuesto, nos muestra la carencia que existe en las actividades de fin de unidad para maximizar el potencial de la tecnología en experimentos o trabajos prácticos. Las categorías menos frecuentes son las relacionadas con la existencia de un momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución de los problemas (55,6% y 61,9% en textos chilenos y españoles), la generación de solución al problema (33,3% y 47,6%) y la aplicación tecnológica del descubrimiento al problema (11% y 0%). Finalmente, lo innovador de este enfoque es la concepción formativa de los contenidos, habilidades y destrezas de las diversas áreas científicas en las cuales se desarrollan los aprendizajes STEM. De esta forma, este modelo está llamado a fortalecer áreas científicas disminuidas y de esta manera, hacer frente a nuevos desafíos que depara una sociedad tecnológicamente avanzada. En particular, las ciencias, en los cursos considerados en este estudio, representan una oportunidad de motivar la interacción con diferentes disciplinas de forma transversal a una misma actividad.

De igual forma, en un segundo estudio, que busca profundizar la investigación anterior, se mide la integración de actividades STEM en los textos escolares, los resultados evidencian la escasa presencia de este tipo de actividades en los textos analizados, las actividades de libros de texto de 1º a 6º curso de Educación Primaria de Ciencias de la Naturaleza/Naturales españoles y chilenos se clasificaron según el enfoque integrado en educación STEM (aislado o fragmentada, conectada, anidada, multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar, y actividad no STEM) de Gresnigt et al. (2014) conjuntamente con el enfoque de perspectiva adaptado de Sauve (2004) (enfoque experiencial, enfoque crítico, enfoque práctico, enfoque interdisciplinario, enfoque participativo y colaborativo). Dentro de los principales resultados, destacamos que, de las 462 actividades identificadas en los 12 libros de textos, 164 trabajan habilidades STEM (más del 50% no desarrolla habilidades STEM).

El enfoque conectado, muestra una pequeña relevancia en los libros de texto españoles (50,8%) que en los chilenos (46,6%). Ante el escaso nivel de integración de las actividades, y teniendo en cuenta que este enfoque representa solo el segundo nivel de un total de seis, los resultados son preocupantes. Así mismo, se observa la necesidad de relacionar diversas disciplinas para desarrollar una actividad de trabajo de forma exitosa, al igual que una conexión de conocimientos previos con los nuevos aprendizajes, reforzando así competencias para enfrentar escenarios científico-tecnológicos. Finalmente, consideramos la integración de contenidos curriculares como una actividad específica en la ciencia, la cual debe ser analizada como una acción de cambio en las prácticas educativas, para lograr una integración novedosa y motivadora para los estudiantes. En particular, las ciencias, en los cursos considerados en este estudio, presentan una oportunidad de fomentar la transversalidad con diferentes disciplinas, que se trabajen temas de cada área en una misma situación. Una opción de solución para esta problemática es fomentar e implementar el trabajo en competencias STEM, el que vincula de manera directa ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, desde el punto de vista curricular, introducir una visión de ciencia integrada.

O3. Diseñar e implementar un proyecto interdisciplinar de acuerdo al enfoque STEM, usando la robótica educativa como recurso privilegiado y con un enfoque ambiental (CISOGRA) dirigido a estudiantes españoles de tercer ciclo de Educación Primaria en contextos vulnerables, de cara a potenciar la competencia matemática y las competencias clave en ciencia y tecnología y las actitudes hacia las ciencias y las matemáticas.

Se ha diseñado un proyecto educativo con perspectiva STEM y usando la robótica educativa como recurso privilegiado. Dicho proyecto consta de 12 sesiones de 90 minutos de duración (30

minutos de estudio dirigido focalizado en materias de Ciencias y Matemáticas y 60 minutos de actividades manipulativas tipo taller).

Dentro de los resultados evidenciados en la propuesta de trabajo, es posible señalar que el enfoque de trabajado STEM posee un enfoque educativo transdisciplinario, es decir los estudiantes aprenderán las ciencias y matemáticas, pero desde de una forma integrada, lo cual permite conectar conceptos de diferentes disciplinas, logrando un mayor alcance al comparar con el modelo estructural tradicional. Asimismo, el estudiante desarrolla competencias en dos o más disciplinas para resolver un problema o proyecto, obteniendo el conocimiento desde varias perspectivas dando lugar a una educación más creativa. Ante este escenario, el proyecto Ciudad Sostenible Granada (CISOGRA) aquí presentado, busco reforzar disciplinas STEM, en estudiantes de cursos de Primaria en un contexto diverso y vulnerable, fomentando la mejora en actitudes hacia las ciencias y matemáticas, a través de robótica educativa y métodos de trabajo integradores, potenciando y acercando la tecnología, ciencias y matemáticas mediante acciones creativas y concretas en los campos educativos STEM; poniendo el énfasis en las energías renovables y promoviendo valores para el cuidado del medioambiente y la sostenibilidad.

Por otro lado, durante el proceso de diseño y puesta en práctica, se han aparecido evidencias que demuestran el cumplimiento de los objetivos del proyecto de aprendizaje STEM. Estas se pueden dividir en varios grupos, tales como: cambio de actitud hacia las ciencias y matemáticas, fortalecimiento de las competencias clave trabajadas, dominio eficaz de la programación en base Scratch relacionadas con el kit de robótica mbot y mejoras en las prácticas dentro de las clases en horario formal surgidas de la propia metodología desarrollada durante las sesiones en el taller.

De una población de 80 estudiantes, se tomó una muestra no probabilística, de 15 estudiantes, los cuales fueron sometidos a la aplicación del programa de intervención de robótica (Grupo Control). Posteriormente a ambos grupos se les aplicó la prueba que permitió verificar la efectividad del programa de robótica STEM. Los participantes en el proyecto CISOGRA (grupo experimental) han sido 15 estudiantes (6 chicas y 9 chicos), pertenecientes a los 4 grupos-clase de 5º y 6º de Educación Primaria del centro educativo antes mencionado (11 de 5º curso y 4 de 6º curso). de acuerdo con el análisis estadístico realizado. Se destaca la importancia del trabajo en innovación o estrategias educativas integrado las áreas STEM. Por otro lado, el estudio entre los distintos ítems evaluados arrojó resultados útiles ya que muestran la relación entre el uso de robótica, la motivación, la creatividad y la mejora en actitudes en ciencias y matemáticas, lo que también ayuda a los estudiantes en la toma de decisiones y desarrollo de habilidades tecnológicas. de igual forma se permitió contribuir al cambio de actitud hacia las ciencias y matemática, específicamente frente al trabajo en áreas STEM, el reconocimiento como estrategia metodológica de un ambiente de aprendizaje en torno a un trabajo colaborativo y las ventajas de la interacción con elementos de orden tecnológicos y elementos sustentables con el medio ambiente.

Finalmente, el aprendizaje de la mano con la robótica en un enfoque STEM es una herramienta efectiva para mejorar las actitudes, creatividad y colaboración en equipo. La aplicación de un modelo STEM en las aulas no puede verse como algo restringido ya que esto ayuda al desarrollo de habilidades y procesos metacognitivos, los cuales son parte de los entornos culturales de los estudiantes y con ellos desarrollan sus propias capacidades. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de trabajar en tecnológica a través de la programación de robots, mientras mejoran sus habilidades de programación y en la construcción de una ciudad sostenible, promoviendo el trabajo transversal y realizando la reflexión sobre el impacto de nuestros cambios de actitudes. El hecho de adquirir estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes repercute

positivamente y valoran la importancia de la robótica y el trabajo STEM como una forma de aprender.

O4. Evaluar mediante instrumentos extraídos de la literatura y diseñados *ad hoc* para este trabajo, el impacto del proyecto en relación con actitudes hacia las ciencias y las matemáticas, así como las competencias en ciencia, tecnología y matemáticas mediante la adaptación de evaluaciones estandarizadas y las calificaciones académicas.

La metodología utilizada en la evaluación fue mixta, cuantitativa al momento de evaluar la actitud hacia la ciencia y matemática, mediante instrumentos diseñados y validados previamente como son: *Three-Dimensions of Students Attitude Towards Science* –TDSAS de Zhang y Campbell (2011) considerando las puntuaciones globales, se observa una tendencia de mejora en el grupo control y en la línea base (conjunto de los datos) tras la intervención, aunque no así en el grupo control. Asimismo, se aprecia, una diferencia entre el grupo control y experimental, a favor del último, de +,33 que es estadísticamente significativa ($p= ,004$) y del tamaño del efecto ($TE= ,68$). Considerando las dimensiones individualmente, la tendencia conductual en el aprendizaje de la ciencia, ha sido la que ha experimentado mayor diferencia entre ambos grupos (+,5 a favor del grupo experimental), siendo esta estadísticamente significativa ($p= ,003$) y con el mayor valor del tamaño del efecto para todas las dimensiones ($TE= 1,27$). Esta dimensión es especialmente interesante para nuestra investigación debido a que se relaciona con la valoración de los estudiantes hacia la importancia de las ciencias en la sociedad, lo que podría ser un predictor importante a la hora de la selección de una titulación universitaria de tipo científico, quizás incluso STEM. Sin embargo, en las dimensiones sentimiento afectivo sobre la ciencia y juicio cognitivo de la ciencia, aunque el grupo experimental tiene mayor puntuación, las diferencias entre el grupo control y el experimental no son significativas. Sí que se observan tamaños del efecto medio ($,62$) y bajo ($,28$) para ambas dimensiones.

En la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) de Palacios, Arias, y Arias, (2014). Se observa una ligera tendencia de empeoramiento en los grupos control y experimental y también en la línea base tras la intervención. Asimismo, se aprecia, una diferencia entre ambos grupos a favor del grupo experimental, de +,09 que no es estadísticamente significativa. No obstante, el tamaño del efecto ($TE ,382$) se encuentra en un rango medio, lo que indicaría, a priori, que el programa ha tenido cierta efectividad en la mejora de la actitud hacia las matemáticas. En el análisis por dimensiones, se observan puntuaciones siempre ligeramente superiores en el grupo experimental respecto al control no llegando nunca a ser las diferencias estadísticamente significativas. Además, las variaciones del posttest respecto al pretest son de mejora en su $p .574$, a excepción de la dimensión percepción de la utilidad $p ,787$ en la que ha habido una bajada de la puntuación que se ha dado tanto en el grupo control, como en el experimental como en la línea base.

A través de un pre-test y pos-test, de igual forma se utilizan las evaluaciones de competencias en matemática y ciencia- tecnología, propuestas por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), considerando el desarrollo curricular de Educación Primaria, la organización que se utilizó para la selección de preguntas que conforman la evaluación de competencias resultó de la compilación según el año de la evaluación hasta formar 8 preguntas para ciencia y 8 de matemáticas que corresponde cada una de las 16 preguntas que conforman nuestro instrumento de medición del desarrollo de competencias en ciencias y matemáticas según los modelos entregados por el INEE. Se evaluó el desarrollo de competencias en ciencias-tecnología y competencias matemáticas, los aspectos positivos como resultado de la evaluación competencial que evaluó la mejora en las competencias STEM en los centros de Educación Primaria. La evaluación en ciencias pre y post test arroja una diferencia positiva de 0,35 puntos de media, en el caso de matemáticas la diferencia a favor del post test es de 0,18. En relación a

los resultados en la evaluación general la diferencia entre el pre y post test es de 0,26 puntos positivos.

Finalmente, se concluye que el trabajo mediante un enfoque STEM y el uso de la robótica como una herramienta de motivación educativa para mejorar la atención, conocimiento y rendimiento en competencias y de elementos sustentables y alternativas energéticas existentes, afirmamos que la Educación STEM debe ser parte esencial de la educación básica y general de todas las personas ya que, proporciona conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para crear sociedades inclusivas y sostenibles ambientalmente.

O5. Describir la implementación y el impacto del proyecto CISOGRA desde la perspectiva del autor de esta memoria (y diseñador y ejecutor del proyecto) y de los maestros de los escolares participantes como observadores privilegiados.

De acuerdo con los resultados extraídos se han realizado diferentes análisis para identificar cambios luego de la aplicación del programa de intervención. En la fase cualitativa, se hace un registro de las sesiones (diario de campo) y se realizan las entrevistas semiestructuradas a los profesores obteniendo información sobre el desempeño del proyecto, transferencia de los alumnos al interior del aula y proyección del mismo. Dentro de la vista general de código en las 4 entrevistas, encontramos la segmentación por porcentaje de segmentos en la codificación corresponden a: Valoración del proyecto como propuesta didáctica (42,39%), impacto del proyecto hacia la actitud de las ciencias y matemáticas (30,43%), caracterización de los estudiantes y apoyo familiar (8,15%) y caracterización docente (19,02%).

Según el análisis de los datos obtenidos con la plantilla de observación, se demostró que la mayor parte del tiempo los alumnos fueron los constructores de sus aprendizajes, basados en la experimentación e indagación guiada. Esta tendencia de autoaprendizaje se incrementó a medida que avanzaban las clases. En relación a la implementación del proceso con base a los aprendizajes en STEM la observación fue que los maestros ni los estudiantes habían trabajado de esta manera antes elementos curriculares que posteriormente fueron vistos en clases. De esta forma, el profesor guía del taller debe orientar a los alumnos a través de indicaciones específicas para que los estudiantes tengan claro y puedan trabajar juntos en grupos. A su vez, se hace hincapié en la gran cantidad de preguntas que el profesor del taller hacía a los alumnos y estos a sus pares.

De acuerdo a estas consideraciones, se plantea la siguiente hipótesis de la investigación:

H. La implementación de un proyecto interdisciplinar de acuerdo al enfoque STEM con estudiantes españoles de tercer ciclo de Educación Primaria de en contextos vulnerables, a través de una metodología basada en el ABP, en la indagación y en la resolución de problemas, mejora la actitud hacia las ciencias y las matemáticas fortaleciendo las competencias básicas en ciencia, tecnología y matemáticas de los estudiantes de Educación Primaria española.

La puesta en marcha de esta estructura metodológica permitió que se generarán condiciones para que se manifieste el deseo de un aprendizaje significativo en los estudiantes, produciendo nuevas instancias para aplicar las competencias adquiridas, el fortalecimiento de la creatividad, así como la incorporación de nuevas tendencias educativas utilizadas por los estudiantes como actores principales de su aprendizaje, sabiendo la trascendencia que tiene esta clase de tendencia educativa, se ha decidido integrar esta clase de tendencia educacional, buscando educar a los alumnos de manera integral. Pero este proceso no ha sido tan sencillo, existiendo dificultades para acomodar las actividades al currículo del sistema educativo formal, trabajando de manera interdisciplinar para contemplar todos los requisitos que éste exige, ya que las

distintas áreas que la conforman trabajan de manera autónoma, aspecto que hace difícil que se aplique de manera correcta el enfoque STEM. En relación con las calificaciones, las de Ciencias de la Naturaleza de ambos grupos, se observa que presentaron disminuciones del postest respecto a la medida inicial. Aunque estos descensos son menores en el grupo experimental (-,1) que en el control (-,4), Así pues, no hay diferencias significativas entre el grupo experimental y control, aunque el tamaño del efecto TE (,16) sí que recoge cierta mejoría en el grupo experimental respecto al control. Por tanto, se puede evidenciar que la intervención, además de impacto positivo en las actitudes hacia las ciencias antes mencionado en el objetivo 4, también lo ha supuesto, aunque en menor medida en términos estadísticos, en las calificaciones. Por su parte, en el caso de la asignatura de Matemáticas, también se observan variaciones pretest-postest negativas, tanto para el grupo experimental (-,4) como para el grupo control (-,9). Por lo que las diferencias entre el grupo experimental y control son de carácter significativo ($p = ,28$) a favor del primero y, además, se registra un tamaño del efecto medio ($TE = ,427$), lo que indicaría que, a pesar de no producir una mejora en las actitudes hacia las matemáticas, la intervención sí ha tenido efectos en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes. Curiosamente, en este caso de las matemáticas parece que ocurre al contrario que con las ciencias. Así, el impacto ha sido, en términos estadísticos, mayor en las calificaciones que en las actitudes hacia las matemáticas. Se han estudiado también las relaciones existentes entre las distintas variables consideradas en la fase postest. Así se ha calculado la correlación de la actitud hacia las ciencias respecto a las calificaciones en Ciencias de la Naturaleza y la correlación de la actitud hacia las matemáticas con la calificación en Matemáticas, siendo los R^2 obtenidos bajos (de -,052 y -,137 respectivamente). Por otra parte, sí que se observa una cierta tendencia de correlación positiva entre calificación en Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas; aunque la correlación sigue siendo baja ($R^2 = ,28$). Considerando el objetivo, se evidencia el impacto positivo que ha tenido la implementación de la propuesta didáctica en las actitudes hacia las Ciencias, mientras que en la Matemáticas no ha sido tan evidente. Dichas variaciones se podrían atribuir al desarrollo de actividades basadas en un enfoque STEM, debido a que facilitan la conexión entre el conocimiento científico y las experiencias concretas de aprendizaje. Finalmente, la correlación entre la actitud hacia las ciencias y la actitud hacia las matemáticas es negativa y muestra un valor de $R^2 = -,800$.

Se da cuenta que los estudiantes tienen la posibilidad de conectar conceptos y teorías de diferentes disciplinas a fin de lograr una mayor comprensión de los temas, mediante retos y soluciones, permitiendo construir conocimiento desde un proceso activo impulsado por desafíos experimentales. Asimismo, los estudiantes desarrollaron trabajos en vista de generar nuevas competencias de aprendizaje para combinar prácticas de dos o más disciplinas a fin de resolver un problema. Obteniendo el conocimiento desde distintas áreas del conocimiento que puede dar lugar a las innovaciones. En definitiva, el trabajo educativo bajo el modelo educativo STEM generó en el estudiante un aprendizaje que puso en práctica lo aprendido.

En vista de los resultados, es posible concluir que el trabajo con robótica mediante una propuesta STEM tiene un impacto relativamente positivo en la actitud de los estudiantes hacia la ciencia y la matemática.

5.2. Limitaciones y prospectiva.

La concerniente novedad del concepto de educación STEM a nivel mundial y la creciente producción de investigaciones sobre este tema en el contexto educativo hace que se puedan presentar diversas líneas futuras de investigación.

Es importante en un primer lugar que futuras revisiones contemplen el estudio de leyes, decretos y normativas que regulan la enseñanza y se incluyeran nuevos enfoques relativos al aprendizaje STEM ya sea en la legislación española o chilena, lo cual facilitará las aportaciones científicas que pudieran contribuir al desarrollo de proyectos de aprendizaje en currículum integrados.

Entendemos haber ayudado al incremento del conocimiento en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Sin embargo, esta investigación se produce en un contexto de una gran producción por lo que tras el cierre de los resultados de la publicación de los correspondientes artículos bibliométrico y revisión sistemática han seguido produciéndose numerosas aportaciones. Creemos que el transcurrir de los años nos abre una posibilidad gigantesca de conocer nuevas líneas de investigación y estudiar en las bases bibliométricas mencionadas y en otras más alternativas. Igualmente, cabría ampliar los objetivos de la bibliometría y la revisión dando por tanto cabida a otros indicadores que no se han abordado aquí. Ante el panorama emergente y las derivadas de la presente tesis doctoral, se abre un amplio horizonte de futuras líneas de investigación que conviene recoger y organizar aquí de manera de seguir mostrando evidencias de la viabilidad. Una de ellas establece seguir la vía de investigación iniciada con este proyecto, modificando las premisas como son el robot y sistema de programación trabajados. El diseño de nuevos proyectos que sigan las pautas establecidas en la presente investigación, pero que utilicen áreas de oportunidad diferentes, permitiría revisar y mejorar el propio diagrama general de áreas de oportunidad. Más allá de estas revisiones y mejoras, es necesario dejar abierta la puerta a la experimentación con nuevos elementos tecnológicos que ofrezcan libertad de diseño suficiente para amoldarse a las necesidades didácticas y contextualizadas a los lugares de enseñanza.

Dentro de otra línea de trabajo a mejorar, radica la promoción de experiencias de formación, asesoramiento y acompañamiento con los maestros de los centros educativos y que permitan dotar de herramientas necesarias frente al reto que supone implementar la Educación STEM en las aulas. De esta forma se propone llevar a cabo acciones relacionadas con el intercambio de materiales y propuestas metodológicas vinculadas a la Educación STEM mediante seminarios, talleres a la comunidad educativa participante del proyecto (estudiantes de grado, maestros, padres/madres y estudiantes en general)

Otra vía de mejora podría ser la inserción de grupos de que trabajasen con otro tipo de metodologías a la ya contemplada, permitiéndonos así valorar qué metodología es más conveniente para el uso de los recursos educativos implicados en esta tesis doctoral. Además, cabría la posibilidad de contemplar otras variables de impacto que, tal como sugiere el estudio cualitativo aquí presentado, se intuyen como productos relevantes de la acción educativa realizada: habilidades de cooperación, la aparición de soluciones creativas en los problemas y la capacidad de investigación del alumnado.

Del mismo modo, sería beneficioso que maestras y maestros pudieran participar más activamente en investigaciones similares, no sólo como informantes sino también en el propio diseño e implementación del proyecto. Su conocimiento directo del entorno y funcionamiento del aula facilita en gran medida la realización de planificaciones acorde a las realidades de los estudiantes.

Seguidamente, destacamos la necesidad de recoger no sólo datos cuantitativos de los estudiantes, sino también del resto de los agentes implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje (maestros, padres y directivos). En definitiva, mejorar y potenciar el empleo de técnicas cuantitativas para enriquecer la visión que se consigue sólo con el empleo del cuestionario. La investigación futura necesita incluir el estudio de variables adicionales como, por ejemplo, el estado socioeconómico familiar, las actitudes STEM en las familias, acceso a tecnología o las prácticas docentes STEM. También, resulta importante llevar a cabo un estudio similar al presentado en la etapa de Educación Infantil, Secundaria y universitaria en maestros en formación.

Otra arista, es la inclusión del arte (A) como parte del aprendizaje STEM, el cual profundiza en la mejora de la interdisciplinariedad del proyecto y en la aparición de soluciones creativas y artísticas. En este sentido se genera una línea de investigación que centra el currículum de educación artística en torno a los aprendizajes STEM como una fuente de creatividad, actualizando sus contenidos y ampliando el área de conocimiento. El aprendizaje STEAM y el diseño de proyectos que lo fomentan a través de la robótica educativa y las metodologías activas son campos de investigación aún por desarrollar, especialmente en el ámbito español o chileno, más aún si se les une la necesidad de que se integren en el currículum oficial. En este sentido, este proyecto ofrece un punto de partida para investigaciones que pretendan demostrar que la integración de aprendizaje STEAM y la robótica educativa es posible en su conjunto.

Finalmente, y entendiendo que la tecnología evoluciona de forma permanente acompañando los procesos de enseñanza aprendizaje, será necesario investigar en la implantación de planes de formación inicial y continua del profesorado, que sigan profundizando de forma constante en la Educación STEM con la finalidad de orientar los cambios metodológicos y la integración del conocimiento y la interdisciplinariedad entre áreas de estudio transversales.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M y Acevedo, P. (2007). "Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Acuña, A., y Castro, M. (2012). Propuesta comunitaria con Robótica Educativa: Valoración y Resultados de Aprendizaje. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 91-119.
- Agüero, E., Meza, G. y Suárez, Z. (2017). Attitude toward usefulness of mathematics of Costa Rican high school students. *Modern Journal of Language Teaching Methods (MJLTM)*, 7(8), 162-168.
- Akay, H. y Boz, N. (2010). The effect of problem posing oriented analyses-II course on the attitudes toward mathematics and mathematics self-efficacy of elementary prospective mathematics teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(1), 1-75.
- Akpınar, E., Yildiz, E., Tatar, N., & Ergin, O. (2009). Students' attitudes toward science and technology: An investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2804-2808.
- Ali, M. S., Iqbal, A., & Saeed Akhtar, M. M. (2013). Students' attitude towards science and its relationship with achievement score at intermediate level. *Journal of Elementary Education*, 25(2), 61-72.
- Alsahhi, N. R., Eltahir, M. E., & Al-Qatawneh, S. S. (2019). The effect of blended learning on the achievement of ninth grade students in science and their attitudes towards its use. *Heliyon*, 5(9), e02424.
- Álvarez, Y., & Ruiz, M. (2010). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería en universidades autónomas venezolanas. *Revista de Pedagogía*, 31(89), 225-249.
- Anwar, N. P., & Bhutta, S. M. (2014). Students' attitude towards science in lower secondary classes: Comparison across regions. *Journal of Educational Research*, 17(1), 77-90.
- Araya, R. (2016). STEM y modelamiento matemático. En A. Ruiz (Ed.), *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* (pp. 291-317). Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Artero, R. N. M., & Checa, A. N. (2020). Actitud hacia las matemáticas en el Grado de Maestro de Primaria. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 23(2), 225-239.
- Bahtiyar, A., & Basturk, R. (2012). Relationship between 5th grade students' attitudes towards science and technology course and misconceptions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 575-584.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
- Benito, M. (2009). "Debates en torno a la enseñanza de las ciencias". *Perfiles Educativos*, 123(31), 27-43.
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.

- Bers, M. U., & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering, students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59–73.
- Bosch, M., C. Fonseca y J. Gascón. (2004), "Incompletitud de las organizaciones matemáticas locales en las instituciones escolares", *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 24(2-3), 205-250.
- Bravo Sánchez, F. A y Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 120-136
- Bravo-Sánchez, F., & Forero-Guzmán, A. (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.
- Carmona, J. (2004). Una revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la estadística. *Statistics Education Research Journal*, 3(1), 5-28
- Carusi, F., et al. (2004). Distance learning in robotics and automation by remote control of Lego mobile robots. Robotics and Automation, Proceedings. ICRA '04. *IEEE International Conferenceon*, 2(1), 1820-1825.
- Castiblanco, P. (2016). *El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED Instituto técnico agrícola de Pacho, Cundinamarca*. (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias.
- Charpak, G., Léna, P. y Quéré, Y. (2005). *L'Enfant et la science : L'aventura de la main à la pâte*. Paris: Odile Jacob.
- Chin-Cheng y Yue-Keng, (2011). Application of an Intelligent Table-Top Vacuum Robot Cleaner in Mechatronics System Design Education," *J. Robot. Mechatron*, (5)23, 645-657. DOI: 10.20965/jrm.2011.p0645
- Clements, D.H. & Sarama, J., (2016) 'Math, science, and technology in the early grades. *The Future of Children*, 26(2), 75–94.
- Codina, L., Morales, A., Rodríguez, R. y Pérez, M. (2020). Uso de Scopus y Web of Science para investigar y evaluar en comunicación social: análisis comparativo y caracterización. *index.comunicación*, 10(3), 235-261.
- Dabney, K. P., Chakraverly, D., & Tai, R. H. (2013). The association of family influence and initial interest in science. *Science Education*, 97(3), 395-409.
- Dean, D., & Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. Discovery: *The long view*. *Science Education*, 91(3), 384-397.
- Demetriou, G., y Lambeert, A. (2005). Virtual environments for robotics education: an extensible objectoriented platform. *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, 12(4),75 – 91.
- Di Martino, P., & Zan, R. (2010). 'Me and maths': towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), 27-48
- Duran, M., & Dogan, A. (2011). Examining primary school students' attitudes towards science in terms of gender, class level and income level. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2582-2588.

- El-Fakdi, A; Cufí, X.; Hurtós, N; Correa, M (2015). Team-Based Building of a Remotely Operated Underwater Robot, an Innovative Method of Teaching Engineering. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 10846.
- Ernawati, M. D. W., Asrial, A., Perdana, R., Septi, S. E., & Rahmi, R. (2021). Evaluation of Students' Attitudes and Science Process Skills toward Middle School Science Subject in Indonesia. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 11(2), 258-274.
- Estrada, A., & Díez, J. (2011). Las actitudes hacia las matemáticas. Análisis descriptivo de un estudio de caso exploratorio centrado en la Educación Matemática de familiares. *Revista de Investigación en Educación*, 9(2), 116 - 132.
- European Union (EU). (2006). *Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council*, of 18 December, on key competences for lifelong learning. Brussels.
- Eurydice (Red Europea de Información en Educación) (2002). *Las competencias clave: Un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Farooq, M., & Shah, S. (2008). Students' attitude towards mathematics. *Pakistan Economic and Social Review*, 46(1), 75-83.
- Flores, W. O. y Auzmendi, E. (2015). Análisis de la estructura factorial de una escala de actitud hacia las matemáticas. *Aula de encuentro*, 17(1), 45-77.
- George, R. (2006). A cross-domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International journal of science education*, 28(6), 571-589.
- Gil, N. Blanco, L. y Guerrero, E. (2006). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 4, 47-72.
- Gómez-Chacón, Inés, Ma. (2009). Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad. *Educación matemática*, 21(3), 05-32.
- Gómez-Montilla, C.; Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 643–666.
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K. and Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Ha, O. y Fang, N. (2013). Development of interactive 3D tangible models as teaching aids to improve students' spatial ability in STEM education. *In Frontiers in Education Conference*, 2013 IEEE (pp. 1302-1304). IEEE.
- Hannula, M. (2002), "Attitude toward mathematics: emotions, expectations and values". *Educational Studies in Mathematics*, 49, 25-46.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mac Graw Hill.
- Hernández, V, Gómez, E, Maltes, L, Quintana, M, Muñoz, F, Toledo, H, Riquelme, V, Henríquez, B, Zelada, S, y Pérez, E. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 37(1), 71-83. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052011000100004>

- Hu, X., Leung, F. K., & Chen, G. (2018). School, family, and student factors behind student attitudes towards science: The case of Hong Kong fourth-graders. *International Journal of Educational Research*, 92, 135-144.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83.
- Khader, N. S. K. (2016). The Effectiveness of Blended Learning in Improving Students' Achievement in Third Grade's Science in Bani Kenana. *Journal of Education and Practice*, 7(35), 109-116.
- Kind, P. M., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing attitude towards science measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871-893.
- Leder, G. (1985). Measurement of Attitude to Mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5(3), 18-34.
- Legañoa-Ferrá, M. D. L. Á., Báez-Suero, I., & García-Batán, J. (2017). Las actitudes hacia la matemática: preparación de los maestros para considerarlas. *Transformación*, 13(1), 56-65.
- Lok, C. (2010). Science for the masses. *Nature*, 465(7297), 416-419.
- López, P., & Andrade, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63.
- López-Ramírez, Pedro-Antonio y Andrade-Sosa, H. (2013). Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63.
- López-Ramos, V., y Yuste-Tosina, R. (2017). EMOROBOTIC: Gestión Emocional a través de la Programación en Robots en Educación Primaria. En S. Pérez-Aldeguer, G. Castellano-Pérez, y A. Pina-Calafi (Coords.), *Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 82- 91). Eindhoven, NL: Adaya Press.
- Ma, X., & Xu, J. (2004). Determining the causal ordering between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *American journal of education*, 110(3), 256-280.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113-142.
- Martínez, O. J. (2008). Actitudes hacia la matemática. *Revista Universitaria de Investigación*, 9(1), 237-256.
- Mato, M., & De La Torre, E. (2010). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico. *PNA*, 5(1), 25-36.
- Maxwel, B. (2007). "Building robot systems to interact with people in real environments. *Autonomous Robots*, 22(4), 353-367. doi.10.1007/s10514-006-9020-9
- MECD (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Madrid: Autor.
- Meza-Cascante, L. G., Agüero-Calvo, E., Suárez-Valdés-Ayala, Z., Calderón-Ferrey, M., Sancho-Martínez, L., Pérez-Tyteca, P., & Monje-Parrilla, J. (2019). Actitud hacia la matemática: percepción de la actitud de los padres. *Comunicación*, 28(1), 4-15.
- Mirats, J., y Pfeifier, C. (2006). Mobile robot design in education. *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, 13(1), 69-75.
- Morales, P. (2013). *Investigación experimental, diseños y contraste de medias*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas.
- Murphy, R. (2001). Competing for a robotics education. *Robotics & Automation Magazine, IEEE*. 8(2), 44-55.

- Orden por la que se regula el procedimiento de inscripción y continuidad de centros reconocidos como Comunidad de Aprendizaje y se crea la Red Andaluza Comunidades de Aprendizaje. (2012). *Orden de 8 de junio de 2012 por la que se regula el procedimiento de inscripción y continuidad de centros reconocidos como comunidad de aprendizaje y se crea la Red Andaluza comunidades de aprendizaje*. (Publicada en BOJA nº 126, de 28 de junio de 2012). Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2012/126/21>
- Orjuela, C., Hernández, R., & Cabrera, L. M. (2019). Actitudes hacia la matemática: algunas consideraciones en su relación con la enseñanza y el aprendizaje de la misma. *Revista de educación matemática*, 34(2), 23-38.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Adúriz-Bravo, A. (2021). Conceptualización de las competencias: revisión sistemática de su investigación en Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 25(1), 223- 250. DOI:10.30827/profesorado.v25i1.8304
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Adúriz-Bravo, A. (2021). Conceptualización de las competencias: revisión sistemática de su investigación en Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 25(1), 223- 250. DOI:10.30827/profesorado.v25i1.8304
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 25(9), 1049-1079.
- Palacio A., Arias, V. y Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 67-91.
- Palacios, A., Arias, V & Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 67-91.
- Pina-Calafi, A. (2017). *Robótica Educativa en Educación Primaria: ¿por qué y cómo?* En S. Pérez-Aldeguer, G. Castellano-Pérez, y A. Pina-Calafi (Coords.), *Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 15-27). Eindhoven, NL: Adaya Press.
- Pittí, K., Curto-Diego, B., y Moreno-Rodilla, V. (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el centro internacional de tecnologías avanzadas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1), 310-329.
- Reyes-González, D. Y García-Cartagena, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemáticas. *Educación y Educadores*, 17(2), 271-285.
- Ruffell, M., Mason, J., & Allen, B. (1998). Studying attitude to mathematics. *Educational studies in mathematics*, 35(1), 1-18.
- Ruiz, J. (2008). Problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47(3), 1-8.
- Ruiz-Vicente, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, flipped classroom y robótica educativa*. (Tesis doctoral). Universidad CEU Cardenal Herrera, España.
- Rutjens, B. T., Heine, S. J., Sutton, R. M., & van Harreveld, F. (2018). Attitudes towards science. *In Advances in experimental social psychology*, (57), 125-165.
- Sauvé L. (2000). Para construir un patrimonio de investigación en educación ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental*, 2(5), 51-69.

- Selden, A. y J. Selden (2005). "Perspectives on advanced mathematical thinking". *Mathematical Thinking and Learning*, 7(1), 1-13.
- Snow, C.E., (2015), '2014 Wallace Foundation distinguished lecture: Rigor and realism: Doing educational science in the real world'. *Educational Researcher*, 44(9), 460–466.
- Sullivan, E. (2008a). Finding our way in the great work. *Journal of Transformative Education*, 6(1), 27-32.
- Sullivan, E. (2008b). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Sullivan, F. R., & Moriarty, M. A. (2009). Robotics and discovery learning: Pedagogical beliefs, teacher practice, and technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(1), 109-142.
- Toma, R.B y Greca, I.M. (2017). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En P. Membiela, N. Casado, M.I. Cebreiros y M. (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 391-395). Ourense: Educación Editorial.
- Ugras, M., Altunbas, S., Ay, K., & Cil, E. (2012). Determination of the pre-service science and classroom teachers' attitudes towards science teaching and technology and relationship between these attitudes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1549-1553.
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la Unesco*. UNESCO.
- Utsumi, M.C y Mendes, C. R. (2000). Researching the attitudes towards mathematics in basic education. *Educational Psychology*, 20(2), 237- 243.
- Vega-Moreno, D., Cufié, X., Rueda, M^a. J, y Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175
- Vera, A., y Mazadiego, T. (2010). Una perspectiva sobre las actitudes y el deber ser de los docentes en el aula escolar. *Revista de Educación y Desarrollo*, 14. *Revista de Educación Matemática*, 34(2), 20-19.
- Wang, T. L., y Berlin, D. (2010). Construction and validation of an instrument to measure Taiwanese elementary students' attitudes toward their science class. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2413-2428.
- Watt, H. M. G., (2000). Measuring attitudinal change in mathematics and English over 1st year of junior high school: A multidimensional analysis. *The Journal of Experimental Education*, 68(4), 331- 361.
- Weinberg, J. B., y Xudong, Y. (2003). Robotics in education: Low-cost platforms for teaching integrated systems. *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, 10(2), 4-6.
- Zabala, A. y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona, España: Graó.
- Zhang, D. y Campbell, T. (2011). The Psychometric Evaluation of a Three-Dimension Elementary Science Attitude Survey. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 595–612. <http://doi:10.1007/s10972-010-9202-3>

Anexo 1. Evaluación por competencias en ciencias y matemáticas



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Cuestionario de evaluación para estudiantes de Educación
Primaria sobre Matemática y Ciencia

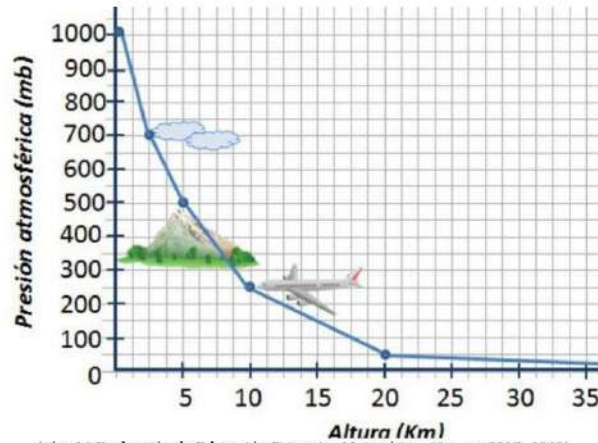
Datos

Nombre	
Edad	
Colegio	

1. La presión atmosférica

La presión atmosférica es la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie terrestre y todos los seres y objetos que hay en ella. Varía con la altura y una de las unidades en que se mide es el *milibar* (mb).

El siguiente gráfico muestra el valor de la presión atmosférica (en mb) según los kilómetros de altura:



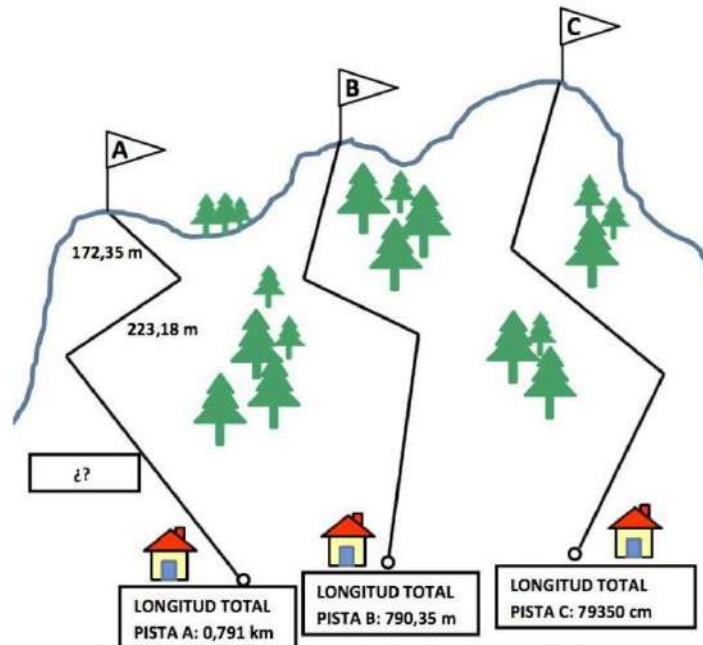
(pág. 16 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2017 -2018)

Observa el gráfico con atención. ¿Cuál de las siguientes conclusiones es la correcta?

- Cuanto mayor es la altura, mayor es la presión atmosférica.
- Cuanto mayor es la altura, menor es la presión atmosférica.
- La presión atmosférica es 100 veces el valor de la altura.
- En el punto más alto de las montañas la presión atmosférica es 0.

2. Un día en la nieve

Los alumnos de 6º de Primaria van a ir de excursión a una estación de esquí. La estación de esquí que han elegido tiene tres pistas diferentes: A, B y C. Cada pista tiene tres tramos, como se ha dibujado en el siguiente croquis.



(pág. 2 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso modelo)

En la pista A falta la longitud del tercer tramo. El tercer tramo de la pista A mide

- a) 395,53m
- b) 394,739 m
- c) 395,47 m.
- d) 387,62 m

3. Eficiencia energética

Los mellizos Javier y Paula han ido con sus padres a comprar un frigorífico nuevo a una tienda especializada. La familia busca un electrodoméstico que sea energéticamente eficiente, es decir, que reduzca el consumo energético y proteja el medio ambiente. Cada frigorífico viene clasificado según su consumo energético, que se muestra en una etiqueta como la de la imagen.



(pág. 16 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2015 -2016)

En el almacén al que acudió la familia han vendido, en el último mes, 50 frigoríficos de distinta eficiencia energética, según se puede ver en la tabla:

Clase	A	B	C	D
Nº de frigoríficos	22	9	11	8

El almacén realiza un sorteo cada mes y devuelve el importe del frigorífico a uno de sus clientes. La probabilidad de que se devuelva el importe de un frigorífico de clase A es:

- A. 22 /25
- B. 22/ 50.
- C. 22 /100
- D. 50 /22

4. La temperatura en la Tierra varía en los distintos lugares a lo largo del año. En la isla de Tarinkag, en el año 2016, se registraron las siguientes temperaturas:

Mes	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Temperatura	-9	-11	-12	-7	0	1	5	4	1	-2	-5	-7

(pág. 7 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2017 -2018)

Ordena los meses sombreados en azul de mayor a menor temperatura:

> > >

5. ¡Todos al circo!

El circo Maravillas ha llegado a la ciudad. Todos los niños esperan impacientes el día del estreno.

Es el turno de los malabaristas. Cada uno de ellos, sobre un podio, representa su espectáculo lanzando o manteniendo en equilibrio varios objetos a la vez.

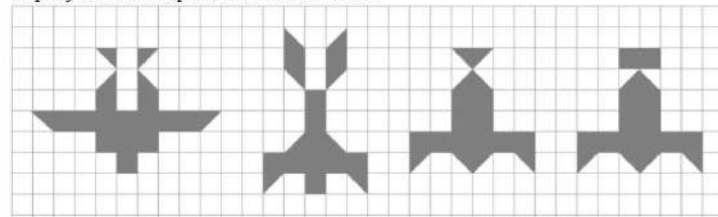


(pág. 9 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2017-2018)

Los podios tienen forma de cuerpos geométricos. Todos son poliedros EXCEPTO el número...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

6. ¡El espectáculo comienza! Cuatro trapecistas hacen piruetas en el aire y sus sombras se proyectan en la pista a través de la red.



Trapecista 1 Trapecista 2 Trapecista 3 Trapecista 4
(pág. 9 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2017-2018)

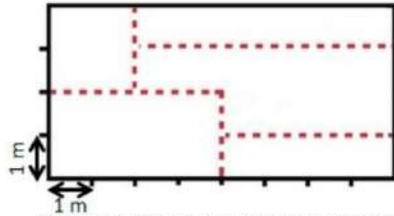
La sombra que tiene mayor área es la del trapecista...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

7. Semana cultural

Es la semana cultural en el colegio de Luis y se van a realizar las siguientes actividades. Todos los cursos participarán en cada actividad, pero para ello necesitarán realizar algunos cálculos previos para la organización de la semana.

Se quiere dividir el mural con cuerda en cinco partes, como se muestra en la siguiente figura, para que cada curso pinte una zona:



(pág. 14 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2015 -2016)

Observa la escala y **calcula los metros** de cuerda roja (en **trazo discontinuo**) necesarios para hacer las **divisiones del interior** del mural.

- A. 18
- B. 20
- C. 24
- D. 44

8. Vacaciones en la montaña

Los padres de Lola y Rubén han decidido ir una semana de vacaciones a la montaña. Consultan el mapa de carreteras y hay dos caminos posibles: uno directo, por autovía y otro por carretera comarcal, por el que tienen que pasar por dos pueblos. En el siguiente dibujo puedes ver las distancias que tienen que recorrer por cada una de las vías:



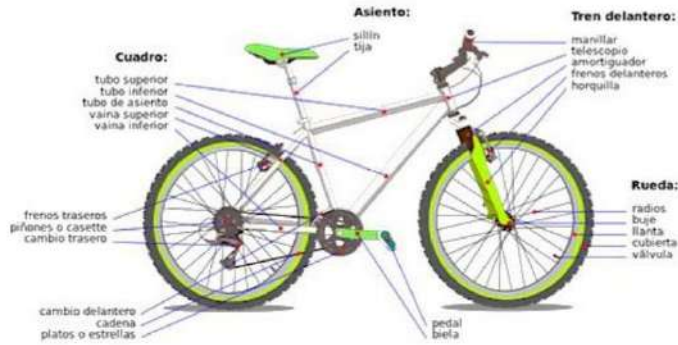
(pág. 5 Evaluación de Educación Primaria, Matemática, 6º curso 2016 -2017)

El coche consume 5,50 litros de gasolina cada 100 km. Si hacen el viaje de ida y el de vuelta por la autovía, **¿cuántos litros de gasolina consumirá en total?**

- A. 13,75 litros
- B. 27,5 litros.
- C. 137,5 litros
- D. 275 litros

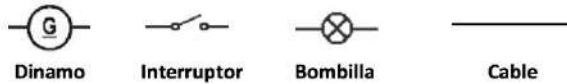
9. Ruta en bicicleta

Celia y Pedro van a hacer una ruta en bicicleta este verano con sus padres. Para tener a punto sus bicis y evitar cualquier problema, las han llevado al taller de su tío. También quieren instalar unas luces en las bicis para los paseos nocturnos. Al entrar en el taller, han visto este póster.

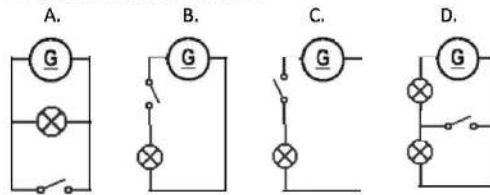


(pág. 17 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º curso 2015 -2016)

Para instalar una luz en cada bici que se pueda encender y apagar desde un interruptor situado en el manillar, el tío de Celia y Pedro ha diseñado un esquema eléctrico, en el que ha incluido los siguientes símbolos:



La dinamo es un dispositivo que genera energía eléctrica a partir del movimiento de la rueda. Rodea el esquema eléctrico correcto.



10. De los componentes incluidos en los esquemas anteriores (dinamo, interruptor, bombilla y cable), señala cuál actúa como:

(pág. 17 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º curso 2015 -2016)

- Generador: _____
- Conductor: _____
- Receptor: _____
- Elemento de maniobra: _____

11. Cuando han instalado las bombillas, Celia se ha dado cuenta de que, además de luz, la electricidad que circula a través de ellas produce otro efecto. ¿Cuál crees que es?
(pág. 18 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º curso 2015 -2016)

- A. Sonido B. Movimiento C. Calor D. Electroimanes

12. Pedro tiene miedo de que, una vez instaladas las bombillas, le pueda dar un calambre. Su tío le dice que no tiene de qué preocuparse, ya que los materiales con los que están hechos aquellas partes de la bici que va a tocar cuando monte en ella, como el sillín, el manillar o los pedales, son...

(pág. 18 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º curso 2015 -2016)

- A. conductores B. repelentes C. imantados D. aislantes

13. Construye "on line"

A Daniel le gusta mucho jugar con el ordenador. Le han hablado muy bien de un juego en línea que consiste en construir máquinas a partir de unas piezas determinadas. Daniel se encuentra con el siguiente desafío:

Coloca en cada cuadro vacío (2 y 3) la pieza que necesitas para conseguir que la rueda dentada que sitúes en el cuadro 3 gire en el mismo sentido y más rápido que la que pongas en el cuadro 1. ¡Buena suerte!

Cuadro 1	Cuadro 2	Cuadro 3
----------	----------	----------

(pág. 33 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º curso 2015 -2016)

14. ¡Más difícil todavía! A partir del nivel 23 del juego, Daniel tiene que responder algunas cuestiones sobre instalaciones eléctricas. Resuelve el desafío del nivel 23 del juego.

¿Qué le añadirías al agua del vaso para hacer que se encienda la bombilla, al menos durante un instante?



Arena	Azúcar	Harina	Sal	Lentejas	Serrín
--------------	---------------	---------------	------------	-----------------	---------------

(pág. 34 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º curso 2015 -2016)

15. La nueva tienda del barrio
 Junto al parque han abierto una nueva tienda de juguetes y han repartido propaganda para conocer todo lo que hay en su interior.

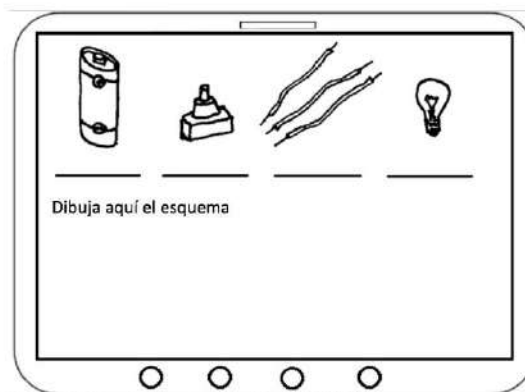


¿Qué tres máquinas simples y qué tres máquinas compuestas conoces? Puedes fijarte en algunos de los ejemplos que aparecen en el entorno de la tienda de juguetes.

(pág. 23 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º Modelo)

Máquinas Simples	Máquinas compuestas

16. Aparece una pantalla de bienvenida donde se explican los componentes básicos de la linterna que les han regalado; tras ver la información les plantean que dibujen un circuito eléctrico con los componentes que aparecen en la imagen y que indiquen el nombre de cada uno de ellos en la línea correspondiente.



(pág. 23 Evaluación de Educación Primaria, Ciencia y tecnología 6º Modelo)

Anexo 2. Listado de méritos transversales a la tesis doctoral

Revistas con comité editor y otras indexaciones

Artículo Ferrada, C.(2020): Programa_CISOGRA_Mbot.pdf. figshare. Book.
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12464255.v2>

Artículo Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Parraguez, R. (2019). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Edma 0-6: Educación matemática en la infancia*, 8(1), 33-43.

Artículo Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. y Carrillo-Rosúa, J. (2019). CISOGRA-robotics: formación de profesorado de Educación Primaria en ámbito STEM desde el aprendizaje-servicio. *Boletín ENCIC*, 3(2), 19-22.

Congresos

Comunicación congreso. Ferrada, C. (2021). Primer Congreso Anual de Estudiantes de Doctorado de la Universidad Miguel Hernández de Elche, *La educación STEM*, Universidad Miguel Hernández de Elche, España.
Comunicación a congreso. Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Silva, F. (2019, octubre). Una propuesta STEM para la mejora de la actitud hacia la matemática en 6º de primaria a partir de la robótica. *Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional de Formación Inicial Docente, Buenas Prácticas Educativas*. Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile

Comunicación congreso. Ferrada C., Díaz-Levicoy, D y Carrillo-Rosua, J. Cisogra Robotics: Una propuesta STEM para la mejora de la actitud hacia las matemáticas y las ciencias en primaria. *7TH INTERNATIONAL CONGRESS OF EDUCATIONAL SCIENCES AND DEVELOPMENT* (24 al 26 de abril 2019) Fundación General Universidad de Granada-Empresa. Granada. España

Comunicación congreso. Ferrada, C., Salgado-Orellana, N. y Díaz-Levicoy, D. (2019). Actividades STEM para trabajar matemática con bee-bot. En F. J. Ruiz-Rey, N. Quero-Torres, M. Cebrián-de-la-Serna y P. Hernández-Hernández (Eds.), *Tecnologías emergentes y estilos de aprendizaje para la enseñanza en STEAM* –Libro de Actas (pp. 122-123). Málaga: Universidad de Málaga

Comunicación congreso. Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Carrillo-Rosúa, J. y Salgado-Orellana, N. (2019). Cambio de actitud en ciencia y matemática desde la educación STE(A)M. En F. J. Ruiz-Rey, N. Quero-Torres, M. Cebrián-de-La-Serna y P. Hernández-Hernández (Eds.), *Tecnologías emergentes y estilos de aprendizaje para la enseñanza en STEAM* –Libro de Actas (pp. 126-127). Málaga: Universidad de Málaga.

Comunicación congreso. Ferrada C., Díaz-Levicoy, D y Carrillo-Rosua, J. Cambio de actitud en ciencia y matemática desde la educación STEAM. *I Congreso Internacional Tecnologías Emergentes en Educación, CITEE* (15, 16 y 17 de mayo) Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, España

Comunicación congreso. Ferrada C., Díaz-Levicoy, D y Carrillo-Rosua, J. Cisogra. (2019) Ciudad sostenible desde la Educación STEM a través de la Robótica. *I Jornada de Medio Ambiente y Sostenibilidad* (13 y 14 de junio 2019) Asociación Natura Libre, Universidad de Granada, España

Comunicación congreso. Ferrada C., Díaz-Levicoy, D y Carrillo-Rosua, (2019) Cisogra robotics formación del profesorado de E. Primaria en ámbito STEM desde el aprendizaje servicio. I Jornadas de La APICE (4 y 5 de julio 2019), *La Formación Inicial en Ciencias de Maestros/as.* Transferencia a la Práctica, Universidad de Málaga, España

Comunicación congreso. Ferrada, C. (2019). Análisis bibliométrico de investigaciones sobre robótica en educación primaria desde un enfoque STEM. "*XIII Congreso internacional de educación e innovación*" (19 y 20 de diciembre de 2019), Universidad de Granada, España.

Comunicación congreso. Ferrada, C., Salgado-Orellana, N. y Díaz-Levicoy, D. (2018). Actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles para escolares de 13-15 años de edad. En C. Benavides, R. Bergillos, M. Cádiz, L. Casado, A. Camacho, S. Cuellar, A. Fernández, J. Leyva, M. Lilic, A. Magán, M. Molina, R. Montes, M. Moragues, S. Pimentel, B. Urrutikoetxea y T. Valle (Eds.), *Actas I Congreso Nacional y III Jornadas de Investigadores en Formación: Fomentando la Interdisciplinariedad* (p. 76). Granada: Godel Editores.

Comunicación congreso. Ferrada, C., Salgado-Orellana, N. y Díaz-Levicoy, D. (2018). Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos. *XVII Congreso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas.* Almería: Sociedad Andaluza de Educación Matemática THALES.

Comunicación congreso. Ferrada, C., Salgado-Orellana, N. y Díaz-Levicoy, D. (2018). Actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles para escolares de 13-15 años de edad. I Congreso Nacional y III Jornadas de Investigadores en Formación: Fomentando la Interdisciplinariedad. Granada: Universidad de Granada.

Capítulo Libro:

Ferrada, C., Silva-Díaz, F., y Carrillo-Rosúa, J. (2020). Análisis bibliométrico de investigaciones sobre robótica en Educación Primaria desde un enfoque STEM. En J.A. Marín-Marín, G. Gómez-García, M. Ramos-Navas y M.N. Campos-Soto, *Inclusión, Tecnología y Sociedad: investigación e innovación en educación* (pp. 1172-1182). Madrid: Dykinson.

