



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERÍA

**ROBOTICS-RELATED ACTIVITIES  
DESIGNED TO IMPROVE STEM SKILLS  
OF EARLY PRIMARY SCHOOL  
CHILDREN**

**FELIPE SALVADOR PICKENPACK MORALES**

Thesis submitted to the Office of Research and Graduate Studies  
in partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Master of Science in Engineering

Advisor:

MIGUEL TORRES TORRITI

Santiago de Chile, August 2017

© MMXVII, FELIPE SALVADOR PICKENPACK MORALES



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERÍA

# **ROBOTICS-RELATED ACTIVITIES DESIGNED TO IMPROVE STEM SKILLS OF EARLY PRIMARY SCHOOL CHILDREN**

**FELIPE SALVADOR PICKENPACK MORALES**

Members of the Committee:

MIGUEL TORRES TORRITI

MARIA DEL MAR PEREZ SANAGUSTIN

MAXIMILIANO MONTENEGRO MAGGIO

MIGUEL RIOS OJEDA

Thesis submitted to the Office of Research and Graduate Studies  
in partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Master of Science in Engineering

Santiago de Chile, August 2017

© MMXVII, FELIPE SALVADOR PICKENPACK MORALES

*I think an education is not only important,  
it is the most important thing you can do with your life .*

DEAN KAMEN

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

This project has been supported by VRI UC's Interdisciplinary Research Grant No. 33/2011 and CONICYT-PCHA/Magister Nacional/2014-22140537.

Special thanks to Miguel Torres, my advisor professor, for all his support and advices. I also wish to thank to the project members Maximiliano Montenegro and Lorena Céspedes for the valuable remarks.

Also thanks the members of the review committee for accepting to evaluate and contribute their comments and corrections to this work.

I also wish to thank the schools, their headmasters, teachers, parents and students that enthusiastically gave this project a chance.

Thanks to my family for their unconditional support during this whole process, to my friends in the Robotics and Automaton Laboratory (RAL) for doing work a more pleasant task and to FIRST and my friends on their programs for showing me the joy of educational robotics.

Finally, I thank the generous support of Mr. Gustavo Brinck from EduBrick and Lego Education Sales Representative for Chile, Ms. Kirstin Engemann from Fundación Spark-talents and Lego Foundation Representative for Chile, all who kindly donated materials that were used in this study.



## Contents

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| ACKNOWLEDGEMENTS . . . . .                                  | iv  |
| Contents . . . . .                                          | v   |
| List of Figures . . . . .                                   | ix  |
| List of Tables . . . . .                                    | x   |
| RESUMEN . . . . .                                           | xi  |
| ABSTRACT . . . . .                                          | xii |
| Chapter 1. INTRODUCTION . . . . .                           | 1   |
| 1.1 Context and Motivation . . . . .                        | 3   |
| 1.2 Current Progress in STEM Education . . . . .            | 6   |
| 1.3 Hypothesis . . . . .                                    | 7   |
| 1.4 Objectives . . . . .                                    | 9   |
| 1.5 Summary of Contributions . . . . .                      | 9   |
| 1.6 Document Organization . . . . .                         | 10  |
| Chapter 2. METHODOLOGY . . . . .                            | 11  |
| 2.1 Procedure . . . . .                                     | 11  |
| 2.2 Participants . . . . .                                  | 12  |
| Chapter 3. EXTENDED INTERVENTION ACTIVITIES . . . . .       | 14  |
| 3.1 Activity 1: Introduction to LEGO Material . . . . .     | 14  |
| 3.1.1 Description . . . . .                                 | 14  |
| 3.1.2 Objectives . . . . .                                  | 14  |
| 3.1.3 Achievement Criteria . . . . .                        | 14  |
| 3.2 Activity 2: Movement transmission using gears . . . . . | 17  |
| 3.2.1 Description . . . . .                                 | 17  |
| 3.2.2 Objectives . . . . .                                  | 17  |

|       |                                                                    |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 18 |
| 3.3   | Activity 3: Change of rotational velocity . . . . .                | 19 |
| 3.3.1 | Description . . . . .                                              | 19 |
| 3.3.2 | Objectives . . . . .                                               | 19 |
| 3.3.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 20 |
| 3.4   | Activity 4: Auto-Copter, Change rotation axis' direction . . . . . | 20 |
| 3.4.1 | Description . . . . .                                              | 20 |
| 3.4.2 | Objectives . . . . .                                               | 20 |
| 3.4.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 21 |
| 3.5   | Activity 5: Worm drive . . . . .                                   | 21 |
| 3.5.1 | Description . . . . .                                              | 21 |
| 3.5.2 | Objectives . . . . .                                               | 22 |
| 3.5.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 22 |
| 3.6   | Activity 6: Mechanism integration . . . . .                        | 22 |
| 3.6.1 | Description . . . . .                                              | 22 |
| 3.6.2 | Objectives . . . . .                                               | 22 |
| 3.6.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 23 |
| 3.7   | Activity 7: Dancing birds . . . . .                                | 24 |
| 3.7.1 | Description . . . . .                                              | 24 |
| 3.7.2 | Objectives . . . . .                                               | 24 |
| 3.7.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 25 |
| 3.8   | Activity 8: Robbie the robot and the powerful crane . . . . .      | 25 |
| 3.8.1 | Description . . . . .                                              | 25 |
| 3.8.2 | Objectives . . . . .                                               | 25 |
| 3.8.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 25 |
| 3.9   | Activity 9: The catapult . . . . .                                 | 26 |
| 3.9.1 | Description . . . . .                                              | 26 |
| 3.9.2 | Objectives . . . . .                                               | 27 |
| 3.9.3 | Achievement Criteria . . . . .                                     | 27 |

|            |                                             |    |
|------------|---------------------------------------------|----|
| 3.10       | Activity 10: The striker . . . . .          | 27 |
| 3.10.1     | Description . . . . .                       | 27 |
| 3.10.2     | Objectives . . . . .                        | 27 |
| 3.10.3     | Achievement Criteria . . . . .              | 28 |
| 3.11       | Activity 11: The hungry crocodile . . . . . | 29 |
| 3.11.1     | Description . . . . .                       | 29 |
| 3.11.2     | Objectives . . . . .                        | 29 |
| 3.11.3     | Achievement Criteria . . . . .              | 29 |
| Chapter 4. | FOCUSED INTERVENTION ACTIVITIES . . . . .   | 30 |
| 4.1        | Activity 1 . . . . .                        | 30 |
| 4.1.1      | Description . . . . .                       | 30 |
| 4.1.2      | Objectives . . . . .                        | 31 |
| 4.1.3      | Achievement Criteria . . . . .              | 31 |
| 4.1.4      | Results . . . . .                           | 32 |
| 4.2        | Activity 2 . . . . .                        | 32 |
| 4.2.1      | Description . . . . .                       | 32 |
| 4.2.2      | Objectives . . . . .                        | 32 |
| 4.2.3      | Achievement Criteria . . . . .              | 33 |
| 4.2.4      | Results . . . . .                           | 33 |
| 4.3        | Activity 3 . . . . .                        | 34 |
| 4.3.1      | Description . . . . .                       | 34 |
| 4.3.2      | Objectives . . . . .                        | 34 |
| 4.3.3      | Achievement Criteria . . . . .              | 34 |
| 4.3.4      | Results . . . . .                           | 35 |
| Chapter 5. | EVALUATION INSTRUMENT AND RESULTS . . . . . | 36 |
| 5.1        | Evaluation Instrument . . . . .             | 36 |
| 5.1.1      | Description . . . . .                       | 36 |
| 5.1.2      | Intra Instrument Reliability . . . . .      | 38 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2 Results . . . . .                                          | 39  |
| Chapter 6. CONCLUSION AND FUTURE WORK . . . . .                | 43  |
| 6.0.1 Discussion and results . . . . .                         | 43  |
| 6.1 Future Work . . . . .                                      | 45  |
| References . . . . .                                           | 46  |
| A. MANUAL OF ACTIVITIES OF THE EXTENDED INTERVENTION . . . . . | 53  |
| B. MANUAL OF ACTIVITIES OF THE FOCUSED INTERVENTION . . . . .  | 147 |
| C. EVALUATION INSTRUMENT . . . . .                             | 153 |

## List of Figures

|     |                                                                                                     |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | Distribution of mathematics performance levels of Chilean students in PISA .                        | 4  |
| 1.2 | National Distribution of 4th grade Chilean students according to SIMCE learning standards . . . . . | 5  |
| 3.1 | Introduced LEGO Technic Pieces. . . . .                                                             | 16 |
| 3.2 | Activity 1 - 30 eggs tray where the students group pieces. . . . .                                  | 17 |
| 3.3 | Activity 2 - Example Mechanism. . . . .                                                             | 18 |
| 3.4 | Activity 3 - Example Mechanism. . . . .                                                             | 19 |
| 3.5 | Activity 4 - Auto-Copter to build. . . . .                                                          | 21 |
| 3.6 | Activity 6 - A mechanism build by the children. . . . .                                             | 23 |
| 3.7 | LEGO WeDo Construction Set. . . . .                                                                 | 24 |
| 3.8 | Activity 8 - Robbie the robot and the powerful crane. . . . .                                       | 26 |
| 3.9 | Activity 10 - LEGO Striker. . . . .                                                                 | 28 |
| 4.1 | Resources of the focused intervention. . . . .                                                      | 30 |
| 4.2 | Activity 1 - Students building the robot-car. . . . .                                               | 31 |
| 5.1 | Box plot of students score on the pre-test and post-test. . . . .                                   | 40 |
| 5.2 | Bar plot of normalized score per item of pre-test and post-test for each group.                     | 42 |

## List of Tables

|     |                                                                             |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | STEM skills breakdown. . . . .                                              | 2  |
| 1.2 | Summary of existing studies in STEM education. . . . .                      | 8  |
| 2.1 | Study group composition per course. . . . .                                 | 13 |
| 3.1 | Summary of the activities . . . . .                                         | 15 |
| 4.1 | Activity 1 - Percentage of the groups' achievement per criteria. . . . .    | 32 |
| 4.2 | Activity 2 - Percentage of the groups' achievement per criteria. . . . .    | 34 |
| 4.3 | Activity 3 - Percentage of the groups' achievement per criteria. . . . .    | 35 |
| 5.1 | Test Summary. . . . .                                                       | 37 |
| 5.2 | Cronbach's Alpha analysis per item. . . . .                                 | 38 |
| 5.3 | Evaluation Instrument Analysis. . . . .                                     | 39 |
| 5.4 | Normalized score per item of pre-test and post-test for each group. . . . . | 41 |

## RESUMEN

Más de la mitad de los estudiantes chilenos no tienen las habilidades básicas en matemáticas según lo demuestran pruebas estandarizadas nacionales (SIMCE) e internacionales (PISA y TIMSS). Este hecho ha planteado la necesidad de encontrar actividades de aprendizaje eficaces para estudiantes desfavorecidos, especialmente en los primeros grados para reducir la brecha de aprendizaje. En este proyecto, se propone un conjunto de once actividades basadas en robótica para estudiantes de primer ciclo básico, diseñadas para mejorar las habilidades de razonamiento lógico-matemático, visual-espacial y de resolución de problemas, que son fundamentales para el trabajo en las áreas STEM. Estas actividades fueron implementadas para pruebas y mejoras en una escuela con alto índice de vulnerabilidad socioeconómica, a lo largo de un año escolar e involucraron a 72 estudiantes de primer y segundo grado. Para medir el efecto de la metodología, se desarrolló un conjunto de tres actividades, centradas en el desarrollo de la habilidad lógico-matemática a través de la programación de dispositivos robóticos, y se desarrolló un instrumento de evaluación alineado. Estas actividades de programación se llevaron a cabo a través de una intervención focalizada con 25 estudiantes de tercer grado y el instrumento fue pre y post-aplicado para medir el efecto.

Durante ambas intervenciones, los estudiantes pudieron completar las tareas y alcanzar los objetivos de aprendizaje de cada actividad independientemente del grado de los estudiantes. Además, encontramos diferencias estadísticas entre los puntajes obtenidos en el pre y post test (*t-test pareado*,  $p < 0.0004$ ). Este significativo efecto de las actividades sobre las capacidades de los estudiantes establece un precedente positivo para la realización de estudios longitudinales del impacto de actividades basadas en robótica en desarrollo de las habilidades STEM de estudiantes en el primer ciclo básico.

**Palabras Claves:** Habilidades STEM, educación escolar, robótica, LEGO WeDo.

## ABSTRACT

More than half of the Chilean students do not have the basic skills in mathematics, according to standardized national (SIMCE) and international (PISA and TIMSS) tests. This fact has raised the need of finding effective learning activities for disadvantage students, specially at early grades to reduce the learning gap. In this project, we present a set of eleven robotics-based activities for early primary school students, that were conceived to improve the logical-mathematical, visuospatial and problem-solving skills, fundamental for STEM subjects. These activities were implemented for testing and improving at a school with a high socio-economical vulnerability index, through a school year and involved 72 first and second grade students. To measure the methodology's effect, a subset of three activities, focused on the development of logical-mathematical skills through programming of robotic devices, were selected and an aligned evaluation instrument was developed. These programming activities were carried out through a focused intervention with 25 students from third grade and the instrument was pre- and post applied to measure the effect.

On both interventions, students were able to fully complete the tasks and achieve most of the learning objectives regardless of the students' grade. Furthermore, we found a statistical difference between the pre and post test scores (*paired t-test*,  $p < 0.0004$ ). This significant effect of the activities on the children's abilities provides the basis for future longitudinal studies on the impact of the robotics-based activities in the development of STEM skills in early primary school children.

**Keywords:** STEM abilities, school education, robotics, LEGO WeDo.



## **Chapter 1. INTRODUCTION**

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education has gained more notoriety in the last years (Traurig & Feller, 2014). This has been mainly because of the relevance of the STEM areas in everyday life, but also because of the current awareness on the importance of promoting early in childhood skills that are essential in the cognitive development during later years of school education, as well as for ensuring academic success in college or university (Gomby, Lerner, Stevenson, Lewit, & Behrman, 1995; Morana, Bombardier, Ippolito, & Wyndrum, 2012). On the other hand, early involvement in STEM activities increases the interest of students to pursue STEM careers, not only because the opportunity to experience the wonders of science and mathematics can awaken interest at ages in which children are open to explore and driven by curiosity, but especially because early STEM activities boost the students' confidence in their skills, as shown by Wang (2013) and Rogers (2013).

Different skills are involved in STEM education. The main ones are logical-mathematical, visuospatial and problem solving. The breakdown of these abilities into more simple tasks (Gardner, 1983, 1999; Lohman, 1979; Mourtos, DeJong Okamoto, & Rhee, 2004) is presented in Table 1.1.

Considering the relevance of improving the skills and tools to develop STEM abilities in early childhood, a set of eleven robotics-based activities for first and second primary school students are proposed in this thesis. The activities have been conceived to improve the logical-mathematical, visuospatial and problem solving skills. Furthermore, a set of three focalized activities for the development of logical-mathematical skills based on programming of robotic devices are also proposed together with an evaluation instrument to assess possible improvements of the logical-mathematical abilities. In the first part of the project, the activities were carried out in an extended intervention that lasted one year and involved students from a school with a high socio-economical vulnerability condition. A focused intervention involving third grade students was carried out during the

TABLE 1.1. STEM skills breakdown.

| Skill                    | Tasks                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) Logical-Mathematical | (i) Calculate<br>(ii) Quantify<br>(iii) Abstract Thinking<br>(iv) Inductive and deductive reasoning<br>(v) Pattern matching<br>(vi) Carry out mathematical operations<br>(vii) Deal with abstract problems |
| (B) Visuospatial         | (viii) Visual perception<br>(ix) Spatial orienting<br>(x) Mental representations<br>(xi) Rotations of two- or three-dimensional figures<br>(xii) Visual matching                                           |
| (C) Problem Solving      | (xiii) Define the problem<br>(xiv) Explore the problem<br>(xv) Plan the solution<br>(xvi) Implement the plan<br>(xvii) Check the solution<br>(xviii) Evaluate / reflect                                    |

second year of the project to evaluate the effect of the programming activities on the development of the logical-mathematical skills and evaluate the instrument created to assess skills achievement. The terms *skill* and *ability* will be treated as synonyms throughout this thesis.

## 1.1 Context and Motivation

Chilean students have consistently shown a low performance in mathematics as measured by different international standardized tests. For instance, Chilean students scored an average of 423 points in the mathematics sections, 71 points below the OCDE average, in the 2012 PISA test (Programme For International Student Assessment) (Agencia de Calidad de la Educación, 2012a). The results of the PISA test can be classified into six levels, being level two the threshold that guarantees the basic knowledge in a given subject (OCDE, 2010). In 2012, 52% of the students in Chile were not able to surpass this threshold. This implies that more than half of the evaluated children have difficulties to solve tasks that involve very basic knowledge. In contrast, only 2% scored within the levels of excellences five and six. These results in past tests are not very much different, for example, 51% of the students scored below level two in the 2009 PISA test, and 56% did so in the 2006 PISA test, as shown in Figure 1.1, (Agencia de Calidad de la Educación, 2012a; Unidad de Currículum y Evaluación, 2010). Similar results were obtained in the TIMSS test (Trends in International Mathematics and Science Study) of 2003, in which 59% of the Chilean students of eighth grade scored in the lower level of achievement. The lack of improvement during the last decade has also been reported in (Gonzales et al., 2004), which shows the Chilean scores have not risen and the country keeps lagging behind the OCDE countries.

In the national standardized test SIMCE (*Sistema de Medicion de la Calidad de la Educacion*; Education Quality Measurement System in Chile), the yearly results shows a similar situation. In 2014 the percentage of fourth grade students with an insufficient knowledge of mathematics was 40%, almost like the 39.9% of year 2013, which showed a worsening reality with respect to the 36.8% of 2012 (Mineduc, 2014; Moreno, 2014), as shown in Figure 1.2. For most students in the Chilean schools, this educational deficit evolves into a significant gap that becomes a barrier for many of them wishing to pursue

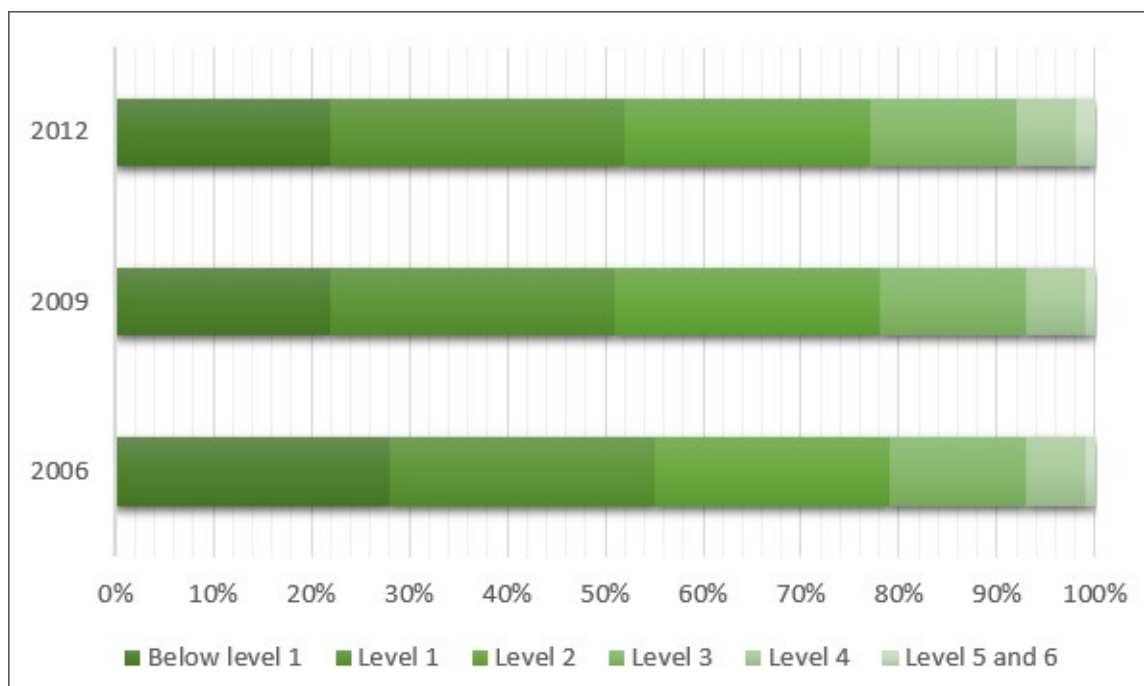


FIGURE 1.1. Distribution of mathematics performance levels of Chilean students in PISA (Agencia de Calidad de la Educación, 2012a).

a college or university degree as the gap drastically impairs the students academic performance to a point in which it may be very difficult for them to complete their studies in time or even finish them.

According to the study of Valenzuela, Bellei, Sevilla, and Osses (2009), the education deficit and learning differences are not due lack of resources in the classroom or differences in their availability, but mainly due to poor school management that is not able to transform those resources into effective learning. The study of Valenzuela et al. (2009) also suggests that other possible causes lie in the difference in the quality and effectiveness of the educators. Furthermore, the student performance in the PISA and SIMCE tests compared in Alfaro and Gormaz (2009), shows that PISA questions requiring problem solving and reasoning skills are the most difficult for Chilean students, especially in items which present novel situations, involve graphical information, reversible thinking

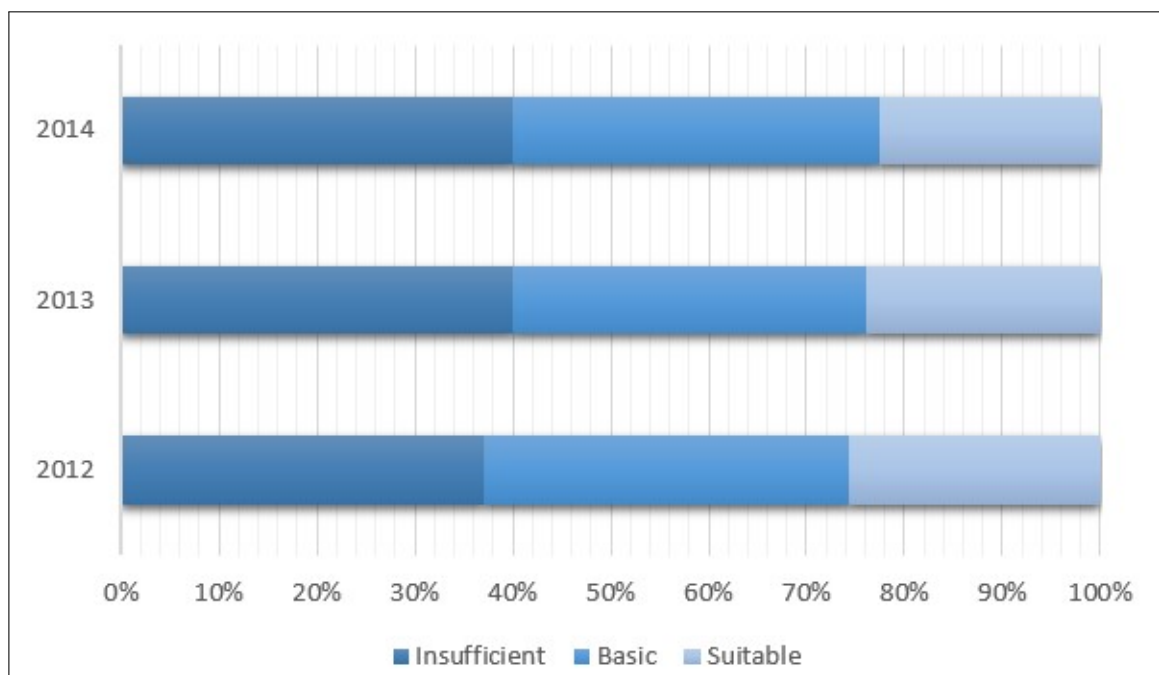


FIGURE 1.2. National Distribution of 4th grade Chilean students according to SIMCE learning standards (Agencia de Calidad de la Educación, 2012b).

or multi-step reasoning. These deficiencies indicate that current mathematics and science teaching is not endowing students with the STEM skills required to function in modern society, and new approaches must be introduced.

The widespread development of robotics, and the fact that robotics involves aspects from mechanics, electronics, computer programming, control and reasoning strategies, has motivated many researchers to employ robotics as a means to introduce students to concepts of mathematics, physics, as well as develop their creativity and problem solving capacity. In most cases, the introduction of robotics in the classroom as an educational tool has been through extracurricular activities, such as after class workshops (Rao, 2015) or competitions (Johnson & Londt, 2010). In some cases, the activities have been formally made part of the curriculum (Bers, 2010). The development of different educational robotics products by companies, such as LEGO<sup>®</sup>, VEX<sup>®</sup> or Hasbro<sup>®</sup>, to name a few, has

contributed to this trend. In particular the LEGO Mindstorms and WeDo kits have become a standard educational material in some schools (Barak & Zadok, 2009; Barker & Ansorge, 2007; Bernstein & Crowley, 2008; Chaudhary, 2016; Hussain, Lindh, & Shukur, 2006; Karp, Gale, Lowe, Medina, & Beutlich, 2010; Laughlin, 2013; Ortiz, 2010; Zygoris, Stamoulis, Dadaliaris, & Vavougiou, 2017). In spite of this, the research about how robotics improve STEM skills in children has been scarce, especially at early primary school levels.

## **1.2 Current Progress in STEM Education**

Several studies in STEM education can be found in the current literature, as shown in Table 1.2, which summarized the the targeted skills, the group age, the number of students, the length of the intervention and the materials employed. Most studies consider children that 11 or 12 year of age or older. The work in Highfield (2010) focuses on preschoolers ages 3 to 4, while Bers (2010) proposes a teaching methodology aimed at children ages 5 to 7 in pre-kinder, kinder, and first grade. The group sizes in the different studies often involve between 20 to 30 students, over varying periods of time from a one-day intervention to two years in the longest study; see for example (Ohnishi, 2014) and (Laughlin, 2013), respectively. The most widely employed educational kit is the LEGO Mindstorm, some cases with the default factory software, or custom made programming tools in other (Barak & Zadok, 2009; Barker & Ansorge, 2007; Bers, 2010; Cavas et al., 2012; Chambers, Carbonaro, & Murray, 2008; Chaudhary, 2016; Laughlin, 2013; Lindh & Holgersson, 2007; Norton, McRobbie, & Ginns, 2007; Ohnishi, 2014; Ortiz, 2010; Sullivan, 2008; Williams, Ma, Prejean, Ford, & Lai, 2008; Zygoris et al., 2017). However, studies with younger children below ten years old employ simpler educational robotic kits, such as the Bee-bot and Pro-bot; see for example Highfield (2010).

Concerning the topics covered by the different studies, they range from the use of robotics as a mean to teach specific concepts, such as how to use gears (Chambers et al., 2008) or basic programming concept using Robolab (Barker & Ansorge, 2007), to effects on student motivation to learn math and science (Ohnishi, 2014). Other studies focus on

the use of robotic kits as a tool to develop STEM skills. Among these stand out the case study by Chaudhary (2016) because it focuses on the development of computational thinking, programming and team work skills, and the work by Laughlin (2013), which measure the impact of the use of robotics to improve mathematical abilities in 9 to 11 years old children. The case study by Chaudhary (2016) shows encouraging results with 8 to 13 year old students in the development of computational thinking skills. The studied considered pre- and post-testing of the participants after the activities showing their grades in a letter scale improved. One limitation of the study is the group size (nine participants) and the lack of a control group. The research work by Laughlin (2013) used a standardized mathematics test to measure the impact of the activities on a larger group of 132 participant over a period of two years. However, the main finding suggests that there is no difference between the students that participated in the robotics course and those in the control group who did not. For further information on the development of educational robotics, the reader is referred to a recent special issue (Salvini, Korsah, & Nourbakhsh, 2016) covering such topics as the use of robots for developing STEM skills through transdisciplinary project-based activities, curricular changes that incorporate robotics in the classroom, the comparison and selection of a suitable robotics kit, and the effectiveness of learning science through different teaching methodologies involving robotics in school education. However, the lack of studies considering younger children ages 7 to 8, providing more evidence about the benefits, effects and feasibility of improving logical-mathematical, visuospatial and problem solving skills establish the need for further studying the use of robotics-based activities as an educational methodology.

### **1.3 Hypothesis**

Robotics-related educational activities involving the integration of diagrammatic computer coding and the assembly of simple mechanical robotic devices have the potential to improve logical-mathematical skills of early primary school children (ages 7-8), as well as strengthen visuospatial and problem solving skills essential in the STEM disciplines.

TABLE 1.2. Summary of existing studies in STEM education.

| Study                                                         | Skills<br>from<br>Table 1.1 | Group<br>age | Number<br>of stu-<br>dents | Span of<br>interven-<br>tion | Materials                         |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Barak and Zadok (2009)                                        | (C)                         | 12 - 13      | 80                         | 15 weeks                     | LEGO NXT kit                      |
| Barker and Ansorge (2007)                                     | -                           | 9 - 11       | 32                         | 6 weeks                      | LEGO NXT kit,<br>Robolab software |
| Bers (2010)                                                   | (A)(C)                      | 5 - 7        | -                          | Curricular<br>program        | LEGO RCX kit,<br>CHERP software   |
| Chaudhary (2016)                                              | (A)(C)                      | 8 - 13       | 9                          | 10 days                      | LEGO NXT kit                      |
| Cavas et al. (2012)                                           | (C)                         | 12 - 13      | 23                         | -                            | LEGO NXT kit                      |
| Chambers, Car-<br>bonaro, and Murray (2008)                   | (C)                         | 8 - 9        | 22                         | 6 weeks                      | LEGO NXT kit,<br>Logo software    |
| Highfield (2010)                                              | (A) (C)                     | 3 - 4        | 33                         | 12 weeks                     | Bee-bot, Pro-bot                  |
| Laughlin (2013)                                               | (C)                         | 9 - 11       | 132                        | 2 years                      | LEGO RCX, Robo-<br>lab software   |
| Lindh and Holgers-<br>son (2007)                              | (A)(B)(C)                   | 12 - 16      | 696                        | 1 year                       | LEGO NXT kit                      |
| Norton, McRobbie,<br>and Ginns (2007)                         | (A)(C)                      | 14 - 16      | 18                         | 20 weeks                     | LEGO RCX kit                      |
| Ohnishi (2014)                                                | -                           | 9 - 12       | 20                         | 1 day                        | LEGO NXT kit                      |
| Ortiz (2010)                                                  | (A)(B)                      | 11           | 30                         | 1 week                       | LEGO Material                     |
| Sullivan (2008)                                               | (A)(C)                      | 11 - 12      | 26                         | 3 weeks                      | LEGO NXT kit,<br>Robolab software |
| Williams, Ma, Pre-<br>jean, Ford, and Lai (2008)              | (C)                         | 12 - 14      | 21                         | 2 weeks                      | LEGO NXT kit,<br>Robolab software |
| Zygouris, Sta-<br>moulis, Dadaliaris,<br>and Vavougios (2017) | (A)                         | 12 - 13      | 20                         | -                            | LEGO NXT kit                      |



## **1.4 Objectives**

The main objective of this work is to design robotics-based activities that improve logical-mathematical skills in early primary school children. This research also seeks to evaluate the impact of such activities in the development of logical-mathematical skills, as well as visuospatial and problem solving skills that are necessary in the STEM disciplines. To this end, a set of activities was created to introduce students to robotics-related concepts. A set of coding activities was also developed as means to improve the students' logical-mathematical abilities. Finally an evaluation instrument was developed to measure improvements in logical-mathematical skills as part of the pilot study.

Generally, robotics are seen as a big motivational activities for children of middle school and onward. However, little impact has been measured about their impact on student learning or their interest to pursuit STEM careers. Moreover there are a limit number of experience in early primary school, most of them are more related to the satisfaction and playfulness of the children. In this work, our first intention was to check if it is possible to engage young students in learning through robotics-related activities, and then to check if it is possible to improve their learning through these activities.

## **1.5 Summary of Contributions**

The main contributions of this thesis can be summarized in:

1. The development of eleven robotics-related activities using educational robotics kits for early primary school children (ages 7 to 8).
2. The development of a teacher guide for each of the activities, where motivation, instructions, questions to promote learning and evaluation rubrics were included to help primary general education teachers in the implementation of the activities in the classroom.
3. The development of a second set of three activities conceived to promote logical-mathematical skills by means of diagrammatic programming, i.e. a visual programming strategy based on boxes (or object icons) and arrows (or connecting

elements), in which the boxes represent functions or processes, while the arrows connect the boxes to define the logic sequence in which the actions should take place.

4. The creation of a test to measure the learning impact of the previous activities.
5. A pilot study to measure the impact of the activities aimed at developing logical-mathematical skills through computer coding tasks.

## **1.6 Document Organization**

This thesis is organized in six chapters and three appendixes. Chapter 1 describe the problem, the motivation, the hypothesis, the general and specifics objectives and the main contributions. Chapter 2 summarize the methodology of the project. In Chapter 3, the eleven activities of the extended intervention are described. The three activities for the focused intervention, designed to measure the learning impact, are described in Chapter 4 and the test created for this measurement and its result are described in Chapter 5. Finally, in Chapter 6 the conclusions and future work are provided. Additional in Appendix A and Appendix B are the two sets of activities designed and in Appendix C the test used and the beginning and end of the focused intervention

## **Chapter 2. METHODOLOGY**

To achieve our objectives, two interventions were designed and implemented. The first one focused on developing and testing a set of robotics-related activities to be applied throughout the school year to children with ages between 6 and 8; we called it an extended intervention. Drawing on the knowledge acquired during the extended intervention, the purpose of the second intervention was to measure the learning impact of the methodology by means of a set of coding activities. This focused intervention was carried out with children between the ages 8 and 9. The methodological details of intervention are discussed next.

### **2.1 Procedure**

The extended intervention consisted of eleven activities on weekly sessions of one and a half ours that lasted through 26 weeks in a first and second grade classrooms in a low-income public school. In every sessions the children participated on the robotics-related experiences using educational robotics kit.

As for the material used, there exist different robotics kit such as Bee-bot, LEGO Mindstorms, LEGO WeDO, Cui-Cui, Pro-bot and VEX IQ and software tools, for example: Bubble, Kodu, LARP, Scratch and Toontalk. We choose to use LEGO WeDo because of its wide spread availability and because the participating schools already had sets of these kits.

Every sessions, the students move from their classroom to a different room where the table setting was arranged in clusters of four tables so the children could work in groups. The group of researchers arrived early and set up the material in every cluster so the students could easily start working. This set-up allowed the researches to prepare the material without interfering with the normal classes of the children.

For the focused intervention, the set of three activities, one and a half hours each, were implemented in three consecutive days in a low income public school. The children were

divided in two groups, a control group and a intervened group. The intervened group did the activities designed and the control group did recreational activities. All the participants in this intervention were pre-tested at the beginning of the intervention and post-tested at the end, using the same test in both cases. This test measures the coding abilities of the children and it is further explained in Chapter 5.

Additionally each activity had achievement criteria to measure the progress of the children that were evaluated by the researcher. All the achievement criteria are binary, present and absence of a feature, to reduce the inference level of the evaluation and the result of each can be seen in Chapter 4.

## **2.2 Participants**

The extended intervention was implemented in a first and second grade classroom of a public school of the Municipality of Puente Alto in Santiago, Chile. And the focused intervention was implemented in a third grade classroom of a public school of the city of Temuco, Chile. According to the SIMCE of year 2014 (Mineduc, 2014), both schools are below the average national score of 260 for the language and mathematics tests, scoring both an identical average score of 238.

In both cases the sample of children were of both sexes and had a vulnerability index of over 80% in the Chilean index of school vulnerability (Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas, 2016); the total number of them can be seen in Table 2.1. And almost all of the children had previously participated in the robotics-related activities in Alvarado (2014).

TABLE 2.1. Study group composition per course.

| Intervention | Level        | Students |      |       |
|--------------|--------------|----------|------|-------|
|              |              | Girls    | Boys | Total |
| Extended     | First grade  | 21       | 22   | 43    |
|              | Second grade | 9        | 20   | 29    |
| Focused      | Third grade  | 12       | 13   | 25    |

## **Chapter 3. EXTENDED INTERVENTION ACTIVITIES**

This section summarizes a set of eleven activities that we designed taking into account the experience of the first year. For each activity, it will be detailed the description, objectives and achievement criteria. Different educational tools and materials were used in each activity, which will be detailed below. The teacher's activity guide that we wrote can be found in Appendix A.

### **3.1 Activity 1: Introduction to LEGO Material**

#### **3.1.1 Description**

The first activity introduce the LEGO Technic pieces that are added to the kits, this are axles, gears, pulleys and bushes, as it can be seen on Fig 3.1. The activity consist on giving each group the box with the new pieces unsorted and a 30 egg tray, after it is ask them to organize the pieces with a criteria they choose (by size, colour, function or form). When all the students are finished, the class discuss the criteria of each group for sorting the pieces. Finally, after all the children explain their criteria, the teacher does a presentation where he/she presents the shapes and the names of all new pieces. As a closing activity, the students build structures freely using the new material, to become familiar with it and explore their functionality.

#### **3.1.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To identify the material by form, size or colour.
- To work as a team to achieve a common goal.

#### **3.1.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to classify pieces according one criteria.

TABLE 3.1. Summary of the activities

| N ° | Name                                          | Ability developed                           | Description                                                                                     |
|-----|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Introduction to the material                  | Visuospatial                                | Sorting and explaining the new material                                                         |
| 2   | Movement transmission using gears             | Visuospatial, Mathematical                  | Logical Transmission of movement using gears                                                    |
| 3   | Change of speed velocity                      | Visuospatial, Mathematical                  | Logical Usage of different size gears                                                           |
| 4   | Auto-Copter, change in Rotational orientation | Visuospatial, Mathematical                  | Logical The conical gear and it's use                                                           |
| 5   | Worm drive                                    | Visuospatial, Mathematical                  | Logical How amplify torque with the worm drive                                                  |
| 6   | Mechanism integration                         | Visuospatial, Mathematical, Problem Solving | Logical Apply all the learning of the previous activities                                       |
| 7   | Dancing Birds                                 | Visuospatial, Mathematical                  | Logical Introduction to diagrammatic programming                                                |
| 8   | Robbie the robot and the powerful crane       | Visuospatial, Mathematical                  | Logical Integrating the mechanic knowledge of previous activities with diagrammatic programming |
| 9   | The catapult                                  | Visuospatial, Mathematical, Problem Solving | Logical Introducing the concept of the loop and how to program it                               |
| 10  | The striker                                   | Visuospatial, Mathematical, Problem Solving | Logical Continuing loop exercises                                                               |
| 11  | The hungry crocodile                          | Visuospatial, Mathematical, Problem Solving | Logical Introduction to sensors                                                                 |



(A) Gears.



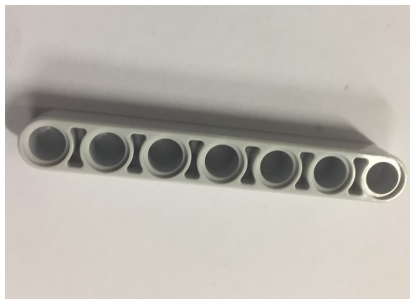
(B) Bushes.



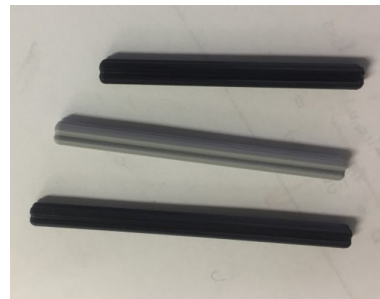
(C) Connectors.



(D) Worm Drive.



(E) Beams.



(F) Axles.

FIGURE 3.1. Introduced LEGO Technic Pieces.

- The students are able to recognize the functionality of parts and use them correctly.
- The students are able to work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.





FIGURE 3.2. Activity 1 - 30 eggs tray where the students group pieces.

## **3.2 Activity 2: Movement transmission using gears**

### **3.2.1 Description**

This activity seek to show how gears work. The teacher begins by asking if they remember the gears of the previous activity and if they know how gears are used, then they are shown how the gears are used to transmit movement in machines from clocks and looms to trains and robots. In order to start the children's work, the teacher will show an example mechanism with two gears to give a guide to the students. Once they have their mechanisms armed with two gears, they will be asked what happens with the rotation direction of these and then move to the incorporation of a third gear to the mechanism and what happen with it.

### **3.2.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To build mechanism that have basic turning motion using gears.
- To identify the performance characteristic of gears as transmitters that can reverse the direction of rotation by preserving the speed of the output gear.
- To work as a team to achieve a common goal.



FIGURE 3.3. Activity 2 - Example Mechanism.

### 3.2.3 Achievement Criteria

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to build transmission of 2 gears.
- The students are able to build transmission of 3 gears.
- The students are able to understand the direction of rotation of a 2-gear mechanism.
- The students are able to understand the direction of rotation of a 3-gear mechanism.
- The students are able to work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.



FIGURE 3.4. Activity 3 - Example Mechanism.

### 3.3 Activity 3: Change of rotational velocity

#### 3.3.1 Description

To teach what happens when gears of different sizes connect, the teacher begins by remembering what he learned from the previous class on the transmission of motion and the change of direction of rotation, then asks them what happens if the gears are of different size and to find out. The children are asked to arm a mechanism like the one of the previous activity but with gears of different size. Finally, the teacher will ask the class that they discovered.

#### 3.3.2 Objectives

The objectives of this activity are:

- To comprehend that gears act as transmitters of movement that can reduce or amplify the Rotational velocity and amplify.

- To work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.

### **3.3.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to build transmission of 2 gears of different sizes.
- The students are able to recognize that the rotation applied to the larger gear produces an increase in the speed of rotation in the smaller gear.
- The students are able to recognize that the rotation applied to the smaller gear produces an decrease in the speed of rotation in the larger gear.
- The students are able to build a mechanism where there is a change in the speed of rotation.
- The students are able to work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.

## **3.4 Activity 4: Auto-Copter, Change rotation axis' direction**

### **3.4.1 Description**

The teacher starts the class asking what they have learned so far, and then asks the class, which is the gear that has not been used? How is it different from the previous ones? How can we use it? And so explain that these gears change the rotation axis' direction and to demonstrate it will guide students to build mechanism as the one in Figure 3.5.

### **3.4.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To perform a change of rotation axis' direction due the use of conical gear.
- To work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.



FIGURE 3.5. Activity 4 - Auto-Copter to build.

### 3.4.3 Achievement Criteria

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to understand change of rotation axis' direction
- The students are able to apply the change of rotation axis' direction to a working car with a vertical propeller.
- The students are able to work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.

## 3.5 Activity 5: Worm drive

### 3.5.1 Description

The activity is introduced and motivated by showing students an endless screw, and asking them if they know real world things that use it and imagine how they could serve. They are asked to construct, with instructions to follow, a mechanism using the worm. Before finishing the class the discoveries are discussed.

### **3.5.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To understand the working characteristic of a worm drive.
- To work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.

### **3.5.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to build a mechanism using a functional worm drive.
- The students are able to understand that the worm drive greatly reduce the rotational velocity.
- The students are able to understand that a functional worm drive is able to rotate a connected gear but not the opposite, a rotating gear can not rotate a worm drive.
- The students are able to work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.

## **3.6 Activity 6: Mechanism integration**

### **3.6.1 Description**

To finish this section of the activities, the teacher will ask the children to tell what they have done so far and to explain how the gears work, guiding the conversation to complete 3 functions: transmission of movement, change in direction of rotation and change of the rotation axis' direction. Then you will ask the children to build a mechanism using what they have learned.

### **3.6.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To comprehend that gears act as transmitters of movement that can reduce or amplify the rotational velocity and amplify.



FIGURE 3.6. Activity 6 - A mechanism build by the children.

- To work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.

### 3.6.3 Achievement Criteria

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to build a mechanism using at least two different gears.
- The students are able to identify the function of every gear on the mechanism.
- The students are able to explain the functionality of the mechanism.
- The students are able to work collaboratively respecting their peers and giving ideas that help in the fulfilment of the common goal.



FIGURE 3.7. LEGO WeDo Construction Set.

### 3.7 Activity 7: Dancing birds

#### 3.7.1 Description

As the first activity of the coding section, new material is introduced, the LEGO WeDo Construction Set and netbooks. Also a new rule, the netbooks will be share by two students that will alternate it's use. Then, the teacher will ask how it could be done so that the mechanisms that have been built so far can move by itself, when any of the students mentioned a motor the teacher will ask that he needs the engine to work. Finally, the teacher will teach how to use the programming interface of the WeDo kit and ask the children to code movements for a pre-build mechanism.

#### 3.7.2 Objectives

The objectives of this activity are:

- To recognize the working action of the Begin, Stop, Sound and motors icons
- To create simple working programming sequences.



### **3.7.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to identify the action of every icon.
- The students are able to create a programming sequence with more than 3 actions using different icons.
- The students are able to explain the functionality of the programming sequence.

## **3.8 Activity 8: Robbie the robot and the powerful crane**

### **3.8.1 Description**

As a motivation, the teacher shows a LEGO figurine and call it Robbie the robot and tell the students that the roof of it's house is broken and need to be repair, so they need to build a crane to help him. Half of the class then build a mechanism using different sized gears and the other half build a mechanism using a gear and a worm drive, then they will work in groups with one gear mechanism and one worm drive mechanism and code them to identify which one is faster and which one can lift more weight.

### **3.8.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To use the Turn Left/Right, Turn with time and Speed Change icons correctly.
- To understand that gear mechanism with a lower output speed has higher torque.

### **3.8.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able too build a motorized mechanism using gears o a worm drive.
- The students are able to identify and use the Turn Left/Right icon.
- The students are able to identify and use the Turn with timer icon.

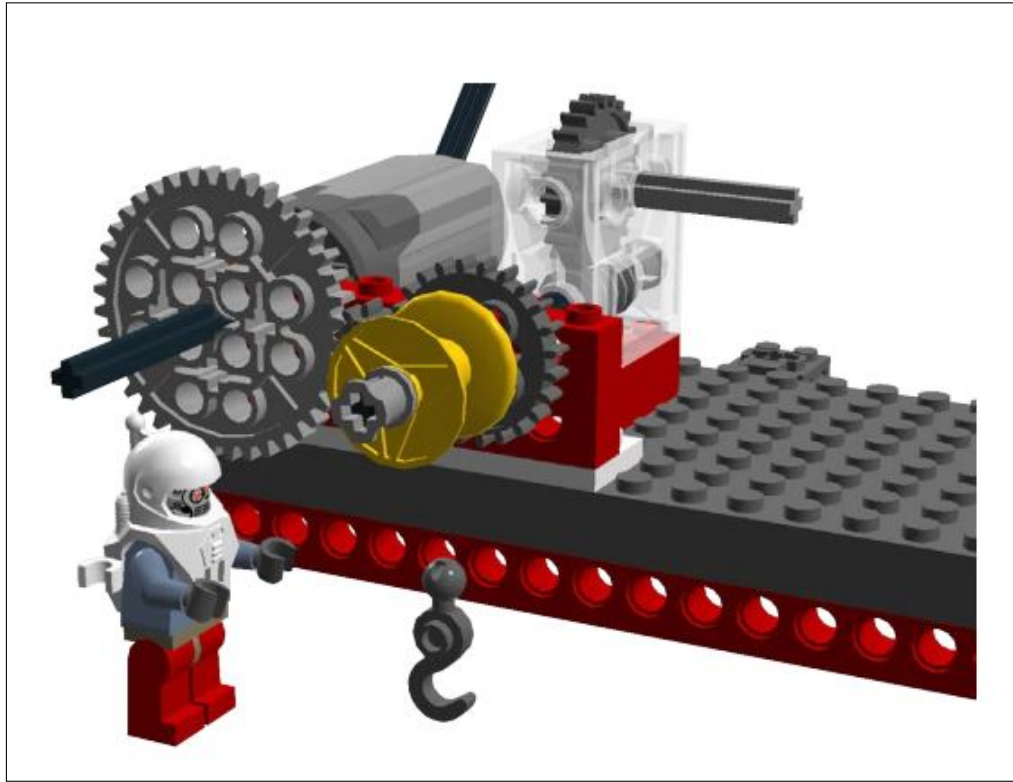


FIGURE 3.8. Activity 8 - Robbie the robot and the powerful crane.

- The students are able to identify and use the combination of Turn Left/Right icon with the Timer icon.
- The students are able to identify and use the Speed Change icon.
- The students are able to identify the mechanism that can bear more load.

### 3.9 Activity 9: The catapult

#### 3.9.1 Description

This activity introduces the concept of loop and the loop icon in the interface, and for that the students are given a LEGO-built catapult and they have to program it so it throws paper ball projectiles in succession as far as possible.

### **3.9.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To associate the Timer icon with a waiting time.
- To recognize the Loop icon as an element for repetition in the programming sequence.

### **3.9.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to use the Turn with timer icon correctly.
- The students are able to use the Timer icon correctly.
- The students are able to use the Loop icon.
- The students are able to program the catapult to shoot 3 balls in a row.

## **3.10 Activity 10: The striker**

### **3.10.1 Description**

In this activity, the work with loops continue but this time the students have to follow instructions to assemble a LEGO Striker, as Figure 3.9, and code it to make a kick-like movement repeatedly to score many goals.

### **3.10.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To associate the Timer icon with a waiting time.
- To recognize the Loop icon as an element for repetition in the programming sequence.
- To build a mechanical system that it is able to do a back and forth motion.

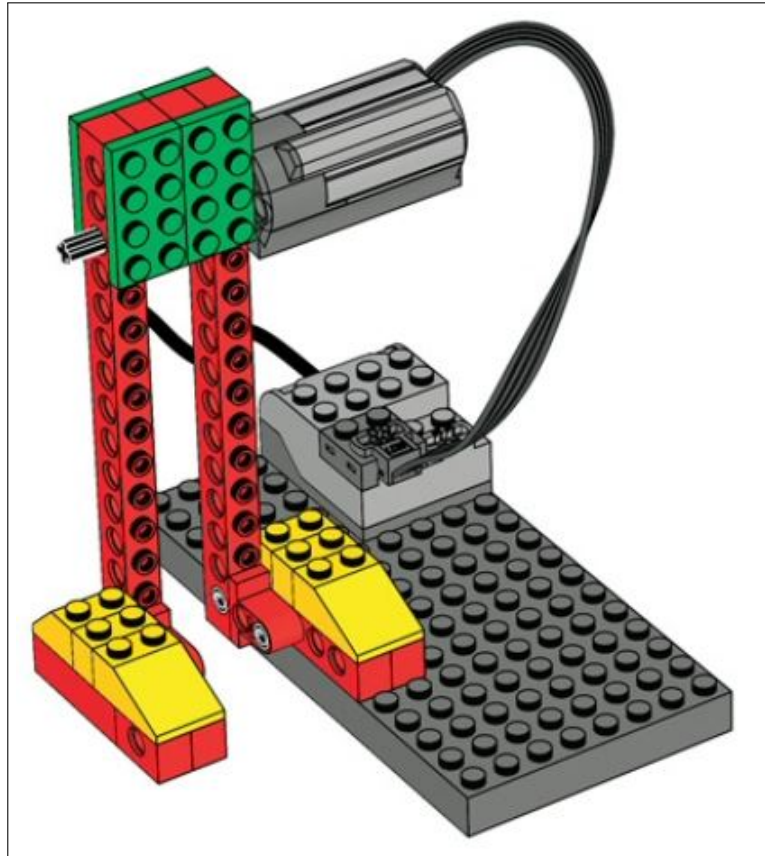


FIGURE 3.9. Activity 10 - LEGO Striker.

### 3.10.3 Achievement Criteria

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to use the Timer icon correctly.
- The students are able to use the Loop icon correctly.
- The students are able to build a mechanism that moves back and forth.
- The students are able to program the kicker to shoot 3 balls.

### **3.11 Activity 11: The hungry crocodile**

#### **3.11.1 Description**

As a final activity, sensors are introduced. At the beginning of the class, the teacher asks the students about crocodiles, what are they like? How do they move? Someone has seen some ?, after some answers the teacher will guide the discussion to the ability of the crocodiles to remain still and hidden observing and waiting the right moment to catch their prey, and how they use their senses for it. Finally, the teacher will introduce the proximity sensor as the mean for the robot to know when something is near, and how use it in the corresponding icon so after they assemble a robot crocodile using the building instructions, they can code it to mimic the movements of a real one.

#### **3.11.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To introduce the use of sensor and their effect over the motors.
- To use the Loop with condition icon.
- To associate the Timer icon with a waiting time.

#### **3.11.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are comprehend the effect of the proximity sensor.
- The students are able to use the Timer icon correctly.
- The students are able to use the Loop with condition icon correctly.
- The students are able to program the correct time for the crocodile to open and close it's jaw.
- The students are able to explain the operation of the crocodile.

## Chapter 4. FOCUSED INTERVENTION ACTIVITIES

This section summarize a set of three activities that were redesigned from the initial implementation, that it was described in the previous chapter, selected from the ones that develop logic-mathematics ability. For each activity, it is detailed the description, objectives, achievement criteria and results. All the activities were based on the LEGO WeDo Construction Set and LEGO WeDo Resources Set, Figure 4.1, complemented with a personal computer and a large size grid drawn on a cardboard. The teacher's guide for the activities can be found in Appendix B.



FIGURE 4.1. Resources of the focused intervention.

### 4.1 Activity 1

#### 4.1.1 Description

This activity introduce the concept of a robot to the students as a mechanism that can move by itself using a set of instructions, through a presentation of robot and non-robot and the comparison between a normal LEGO car and a LEGO car with a motor. After

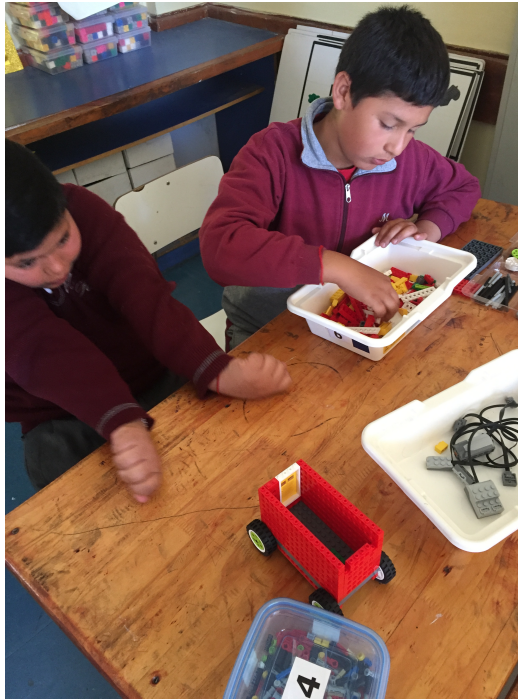


FIGURE 4.2. Activity 1 - Students building the robot-car.

the presentation the students are let to explore the WeDo Kits and it's software through the building and programming of a robot-car.

#### **4.1.2 Objectives**

The objectives of this activity are:

- To build a LEGO WeDo robot-car.
- To create a sequence of instruction on WeDo that allow the start and stop the movement of the robot-car.

#### **4.1.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to follow the instructions to build a robot-car.
- The students are able to open and close the WeDo software.
- The students are able to use the Begin icon correctly.

TABLE 4.1. Activity 1 - Percentage of the groups' achievement per criteria.

| Activity 1                                       | Percentage of group* achievement per criteria [%] |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| To follow the instructions to build a robot-car. | 100                                               |
| To open and close the software.                  | 100                                               |
| To use the Begin icon correctly.                 | 100                                               |
| To use the Stop icon correctly.                  | 100                                               |

\* 7 valid responses

- The students are able to use the Stop icon correctly.

#### 4.1.4 Results

Because this was the first activity for the students, they were excited to be able to use LEGO materials and they did not follow instructions at the beginning. However they were able to follow successfully the building instructions for the robot-car. The results of this activity are shown in Table 4.1. From the table, all students were able to perform the task required for this activity.

## 4.2 Activity 2

### 4.2.1 Description

In this activity the students will keep working with the robot-car built on the previous session and will focus on programming sequences with the different options of the software. The introduction to the activity is a presentation where the students are shown the icons of the programming software that they used on the previous session and together all the icons are named.

### 4.2.2 Objectives

The objectives of this activity are:



- To use the Begin and Stop icon.
- To use the Turn Left/Right, Turn with timer and Speed Change icons.
- To use the Timer icon.
- To generate simple programming sequences using the previous icons.

#### **4.2.3 Achievement Criteria**

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to use the Begin icon correctly.
- The students are able to use the Stop icon correctly.
- The students are able to use the Turn Left/Right icon correctly.
- The students are able to use the Turn with timer icon correctly.
- The students are able to use the Timer icon correctly.
- The students are able to use the Speed Change icon correctly.
- The students are able to program the correct combination of Turn with timer, Timer and Stop icons to move the robot-car as instructed.

#### **4.2.4 Results**

. As it can be seen on Table 4.2 all the students were able to complete the basic tasks but when they had to use the icons related to time a 86% of them were able to perform correctly, this can be explained because the icons that involved time need to be placed on more specific locations and also the input is not in seconds, it was on a internal unit of the processor, after an extra explanation from the teachers the children were able to complete the part and continue with the activity and so all were able to complete the final task.

TABLE 4.2. Activity 2 - Percentage of the groups' achievement per criteria.

| Activity 2                                                         | Percentage of group* achievement per criteria [%] |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| To use the Begin icon correctly.                                   | 100                                               |
| To use the Stop icon correctly.                                    | 100                                               |
| To use the Turn Left/Right icon correctly.                         | 100                                               |
| To use the Turn with timer icon correctly.                         | 86                                                |
| To use the Timer icon correctly.                                   | 86                                                |
| To use the Speed Change icon correctly.                            | 100                                               |
| To program the correct combination to move the robot-car as desire | 100                                               |

\* 7 valid responses

### 4.3 Activity 3

#### 4.3.1 Description

In the last activity the students work with loops, at first they are introduced to the concept with examples of everyday objects that repeat their movement and then they have to program the robot-car using loops.

#### 4.3.2 Objectives

The objectives of this activity are:

- To recognize the Loop as a repetition.

#### 4.3.3 Achievement Criteria

The children that successfully meet the objectives of this activity fulfil the following achievement criteria:

- The students are able to use the Loop icon correctly
- The students are able to implement the example sequence.

- The students are able to create new sequences using the loop

#### 4.3.4 Results

From the Table 4.3, all students were able to use the Loop icon correctly for the examples given from the teacher but when asked to create a new sequence the percentage of success is 71% because the other students just repeated the examples since they were distracted by the end of the activities.

TABLE 4.3. Activity 3 - Percentage of the groups' achievement per criteria.

| Activity 3                              | Percentage of group* achievement per criteria [%] |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| To use the Loop icon correctly.         | 100                                               |
| To implement the example sequence.      | 100                                               |
| To create new sequences using the loop. | 71                                                |

\* 7 valid responses

## **Chapter 5. EVALUATION INSTRUMENT AND RESULTS**

### **5.1 Evaluation Instrument**

#### **5.1.1 Description**

The evaluation instrument used at pre-test and post-test was an eight item test developed for the project, where each student should show his performance in interpreting and creating sequence of instructions. For the interpretation items, a set of instructions using arrows was shown and the student had to mark where in a one dimension grid the car would end. In the creation items, the car needed to go to the gas station and for that the student needed to input the correct sequence of arrows to reach there. Each student answer was evaluated as right (1) or wrong (0), with the exception of last item where there were two possible answers, with the most difficult one awarded two points. A summary of the test can be seen in Table 5.1, as it can be seen there were five items related to activity 2 and three to activity 3, and half of them required a cognitive process of comprehension of Bloom's Taxonomy and the other half to application. The most difficult item was number four with a mean success of 24% in the pre-test; this item required to interpret a sequence of instructions within a loop. The easiest item was number one with a mean success of 92% in the pre-test, in this items the student required to interpret a simple sequence of back-forth instructions. Curiously item eight that is also a loop item but required to create a sequence of instructions within a loop had a higher success rate of 48% than item number four; Moreover, a 16% of the students were able to create a complex sequence, that required to use more than one instruction. The evaluation instrument can be found in Appendix C.

TABLE 5.1. Test Summary.

| Item | Item Description                                                                                                         | Bloom's<br>Taxonomy<br>Domain | Related<br>Activity | Success<br>Rate |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1    | Using the sequence of instructions to determine the final location of the car.                                           | Comprehension                 | Act. 2              | 92%             |
| 2    | Using the sequence of instructions to determine the final location of the car.                                           | Comprehension                 | Act. 2              | 75%             |
| 3    | Using the sequence of instructions to determine the final location of the car.                                           | Comprehension                 | Act. 2              | 61%             |
| 4    | Using the sequence of instructions within the loop to determine the final location of the car.                           | Comprehension                 | Act. 3              | 23%             |
| 5    | Create a sequence of instruction in the limited space for the car to arrive at the gas station location.                 | Application                   | Act. 2              | 89%             |
| 6    | Create a sequence of instruction in the limited space for the car to arrive at the gas station location.                 | Application                   | Act. 2              | 39%             |
| 7    | Create a sequence of instruction in the limited space within the loop for the car to arrive at the gas station location. | Application                   | Act. 3              | 88%             |
| 8    | Create a sequence of instruction in the limited space within the loop for the car to arrive at the gas station location. | Application                   | Act. 3              | 63%             |

TABLE 5.2. Cronbach's Alpha analysis per item.

| Question | Item-Test correlation | Alpha if eliminated |
|----------|-----------------------|---------------------|
| 1        | 0.349                 | 0.624               |
| 2        | 0.519                 | 0.597               |
| 3        | 0.584                 | 0.583               |
| 4        | 0.598                 | 0.571               |
| 5        | 0.436                 | 0.610               |
| 6        | 0.539                 | 0.598               |
| 7        | 0.436                 | 0.610               |
| 8        | 0.713                 | 0.581               |

### 5.1.2 Intra Instrument Reliability

The test presented a Cronbach's alpha reliability of 0.630, and acceptable value given the sample size and number of items in the test (Kline, 2000) and that it was part of a pilot study (Nunnally, 1967). The Table 5.2 showed the reliability of the test if one of the items was eliminated and it showed none of them needed to be excluded, as well the item-test correlation to illustrate how each item contributed to the final score. It can be seen that items 4 and 8, the ones with loops, were the ones that had the bigger decrease when eliminated, this showed that loops items were more difficult to the students due to the complexity of the abstract concept. On other hand items one and five had an low item-test correlation in part explained due the low difficulty of them.

Table 5.3 shows items' properties, and it can be noticed that the instrument have a good balanced between easy and difficult items, with just three easy items with an index over 0.8 and three difficult items (index under 0.4). Also, the discrimination index (DI), shows how an item is able to differentiate between low-performance and high-performance students, being easier for high-performance students and difficult for low-performance students. It was calculated for each item by ordering the scores obtained from highest to lowest, adding the scores of the 27% higher (H) and subtracting the sum of the score obtained by 27%

TABLE 5.3. Evaluation Instrument Analysis.

| # | Item       |                | 8 Factors' Analysis |         |
|---|------------|----------------|---------------------|---------|
|   | Difficulty | Discrimination | Factor              | Loading |
| 1 | 0.92       | 0.285          | 1                   | 0.394   |
| 2 | 0.75       | 0.857          | 1                   | 0.376   |
| 3 | 0.61       | 1.000          | 1                   | 0.607   |
| 4 | 0.23       | 0.857          | 1                   | 0.504   |
| 5 | 0.89       | 0.428          | 1                   | 0.334   |
| 6 | 0.39       | 1.000          | 1                   | 0.534   |
| 7 | 0.88       | 0.429          | 1                   | 0.370   |
| 8 | 0.32       | 0.785          | 1                   | 0.527   |

lower (L) and dividing it by half of the sum of both groups (N), as shown in equation 5.1:

$$DI = \frac{H - L}{\frac{N}{2}} \quad (5.1)$$

and it can be observed that, with the exceptions of item one, all items had a discrimination index over 0.4 and therefore, an excellent discrimination capability (Considine, Botti, & Thomas, 2005).

Finally, an exploratory factor analysis was performed to assess the dimension of the instrument. We looked for 8 factors, given that the instrument had 8 items, and it was found that all items loaded on one factor, that can explain 51.4% of the variance. These results showed that our test measured one construct and this construct is related to the logical-mathematical ability, that it was intended to measure.

## 5.2 Results

The results of the pre-test and post-test are shown in Figure 5.1 for both groups. The box plot shows that the test's scores of the control group had a higher dispersion in the

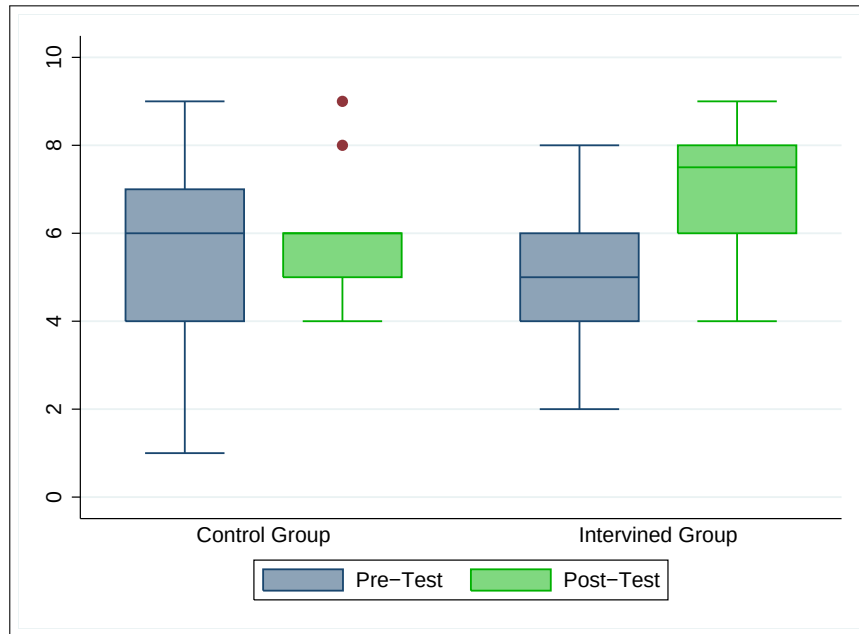


FIGURE 5.1. Box plot of students score on the pre-test and post-test.

pre-test that in the post-test, but there is no visible difference in their mean . The intervened group shows a significant increase in its average score and a lower dispersion . To determine the intervention's effect, pre-test and post-test scores were compared between the control and the intervened group through paired t-test assuming unequal variance. The t-test on the pre-test score between control and intervened groups showed that both groups performed statistical significantly equal at the beginning( $t(17)=0.563$ ,  $p < 0.580$ ). However, a t-test between the post-test score of both groups showed a statistical significant difference in favour of the intervened group ( $t(21)=-2.437$ ,  $p < 0.024$ ). Finally, a t-test between the pre-test and the post-test for each group was calculated to verify whether the difference was due to the intervention o to due random effects. The results confirm a non significant difference for the control group between pre-test and post-test scores ( $t(10)=-0.711$ ,  $p < 0.493$ ). On the other hand, a significantly higher score was found in the post test for the intervened group ( $t(13)=-5.610$ ,  $p < 0.0001$ ).



TABLE 5.4. Normalized score per item of pre-test and post-test for each group.

| Item | Control group |           | Intervened group |           |
|------|---------------|-----------|------------------|-----------|
|      | Pre-test      | Post-test | Pre-test         | Post-test |
| 1    | 0.909         | 1.000     | 0.929            | 1.000     |
| 2    | 0.636         | 0.818     | 0.857            | 0.857     |
| 3    | 0.727         | 0.636     | 0.500            | 0.857     |
| 4    | 0.182         | 0.273     | 0.286            | 0.500     |
| 5    | 1.000         | 1.000     | 0.786            | 1.000     |
| 6    | 0.636         | 0.636     | 0.143            | 0.786     |
| 7    | 0.909         | 0.909     | 0.857            | 1.000     |
| 8    | 0.273         | 0.273     | 0.357            | 0.643     |

Table 5.4 and Figure 5.2 show the normalized score for each item on the pre-test and post-test for each group. On the intervened group, it is possible to observe an increase on those items that were more difficult. In item three, which required to follow the longest set of instructions, the score increased from 0.500 to 0.857. Similarly, the score of item six, which involved a large number of spaces to enter instructions, rose from 0.143 to 0.786. For the loop items, items four and eight, scores increased from 0.286 to 0.500 and 0.357 to 0.643, respectively. Moreover, for the item eight the percentage of students in the intervened group that were able to create a complex sequence grew from 21% to 50%.

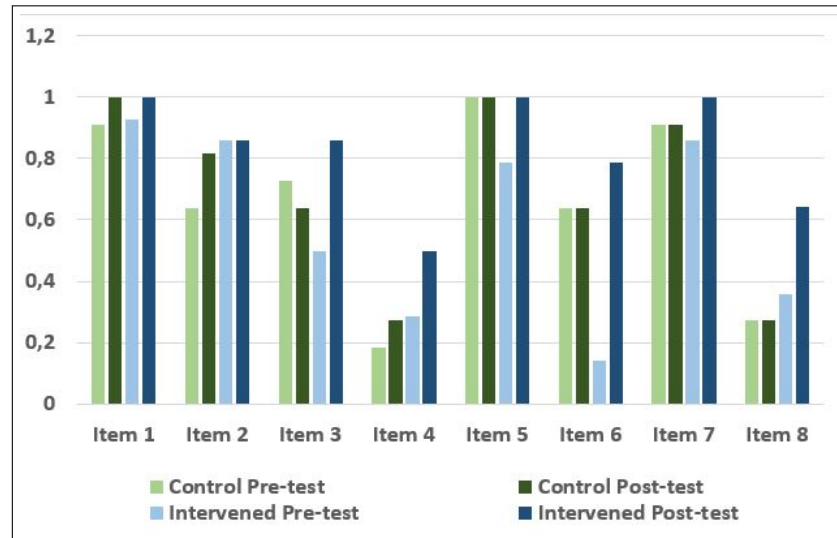


FIGURE 5.2. Bar plot of normalized score per item of pre-test and post-test for each group.

## **Chapter 6. CONCLUSION AND FUTURE WORK**

A set of eleven robotics-based activities for children between ages 7 and 8 in first and second grade of primary school were developed to improve the logical-mathematical, visuospatial and problem solving skills. The activities involved the mechanical assembly and programming of simple robotic devices. In this study we employed LeGo WeDo and Lego Technic due to its widespread availability. However, the activities are not constrained to a particular brand of educational kit. An evaluation instrument to assess the development of the logical-mathematical skills was also developed as part of this study, which was divided into two parts. In the first stage of the project, the activities were carried out in an extended intervention that lasted an academic year and involved 72 students from a school with a high socio-economical vulnerability index. In the second part of the project, a set of programming activities were carried out through a focused intervention involving 25 students from third grade to test the evaluation instrument.

### **6.0.1 Discussion and results**

The observed achievement during the extended intervention confirms that all students are able to complete the activities. However, some of the activities required more than one session in order for the children to grasp the concepts of higher complexity. The first six activities focused on teaching the concepts associated to movement transmission mechanism and the use of gears, including such aspects as change in the rotation direction and speed in pairs of gears with different sizes. The concepts of change in the orientation of the rotation axis and change in force using worm drives were also addressed. Before carrying out the activities we had no certainty about whether these concepts could be correctly understood by children that were 7 or 8 years old. Surprisingly the students were able to understand and predict the operation of a mechanical device and build their own mechanisms. For example, even if students are not able to calculate a gear ratio, they were able to realize the fact that a small gear has to turn several times to produce one full turn of the meshing larger gear. Students understood change in orientation of rotation axis

and force through examples that emphasized the cause-effect relations using real world examples, such as a helicopter or a crane. The emphasis on cause-effect relations and the connection with real world examples was key to making the concepts more tangible.

The last five activities of the extended intervention concerned the programming of simple robotic mechanisms with moving parts using diagrammatic programming, i.e. a visual programming strategy based on boxes that represent functions or processes and connecting arrows that define the order of the actions. The programming activities required more than one session because it took more time for students to understand the meaning and function of several blocks and develop the process flow thinking. The eagerness of students towards playing with the parts and work in the assembly also hindered the progress of many of the students, thus making necessary a closer guidance and supervision by the teacher. Successfully carrying out the programming activities required a change in strategy, in which one session was devoted to assembling the mechanical device and in the next session focusing on the programming aspects. Being able to help students on one-on-one basis is essential, and therefore large 20-30 students groups require ideally three persons that could oversee three or four two-student teams simultaneously.

The impact of the activities on the development of the logical-mathematical abilities was measured with an evaluation instrument created specifically for this purpose. The reliability of the instrument was studied during a second focused intervention consisting three additional diagrammatic coding activities. It was observed that the most difficult concepts to grasp were those related to timer-blocks and the use of repetition loops. Like in the extended intervention, once again the students' excitement about the opportunity to assemble objects interfered with their attention to the main activity tasks they had to perform and that require more planning and thought. Nonetheless, the results of the evaluation instrument applied before and after the intervention show an improvement in the logical-mathematical ability that is statistically significant ( $t(13)=-5.610, p < 0.0001$ ). The mean score of the intervened group rose from 5.818 to 7.273. This improvement was especially noticeable in items three, four, six and eight. Item three required students to decode a large sequence of instructions; item four required students to decode a sequence of instructions

within a loop; item six, to derive the minimum sequence of instructions that fulfilled the task; and finally, item eight required students to create a sequence of instructions within a loop. It is to be noted that in the case of item eight, the percentage of students that were able to create a complex sequence using more than one instruction increased from 21% before the intervention to 50% after the activities. These results also show there exists a statistically significant difference between the pilot and control groups.

## **6.1 Future Work**

The observed contribution of the activities to the improvement of the children's abilities provides the basis for future longitudinal studies concerning the impact of the robotics-based activities on the development of STEM skills in early primary school children. The results show that the instrument proposed provides a reliable measure of the improvement in logical-mathematical skills. However, ongoing research is concerned with developing new evaluation items that could improve the reliability of the instrument and its correlation with other standardized psychometric instruments applied to a larger population. New studies should also consider socio-economic and gender aspects. Preliminary results obtained during the intervention indicate that in general women performed better in the coding activities. However, this observation also needs to be validated with a larger group.

## References

Agencia de Calidad de la Educación. (2012a). *INFORME NACIONAL RESULTADOS CHILE PISA 2012*. Santiago, Chile: Agencia de Calidad de la Educación. Retrieved from [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe\\_Nacional\\_Resultados\\_Chile\\_PISA\\_2012.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Nacional_Resultados_Chile_PISA_2012.pdf)

Agencia de Calidad de la Educación. (2012b). *Síntesis de Resultados 4*. Santiago, Chile: Agencia de la Calidad de la Educación.

Alfaro, L., & Gormaz, R. (2009). Análisis comparativo de los resultados chilenos en las pruebas de {Matemáticas} {SIMCE} y {PISA}. In *¿qué nos dice {pisa} sobre la educación de los jóvenes en {c}hile?* (pp. 239–260). Santiago, Chile: Ministerio de Educación. Retrieved from [http://www.ciae.uchile.cl/download.php?file=noticias/948\\_libroPISAVenezuelaBellei.pdf](http://www.ciae.uchile.cl/download.php?file=noticias/948_libroPISAVenezuelaBellei.pdf)

Alvarado, P. (2014). *Pre-robotics activities designed to enhance STEM skills of kindergarten and first grade* (Unpublished Undergraduate Honors Thesis). Pontificia Universidad Católica de Chile.

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. doi: 10.1007/s10798-007-9043-3

Barker, B. S., & Ansorge, 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. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=EJ768878>

Bernstein, D., & Crowley, K. (2008). Searching for Signs of Intelligent Life: An Investigation of Young Children's Beliefs about Robot Intelligence. *Journal of the Learning Sciences*, 17(2), 225–247. doi: 10.1080/10508400801986116

Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2). Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=EJ910910>

Cavas, B., Kesercioglu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E., & Gokler, F. (2012). The Effects of Robotics Club on the Students' Performance on Science Process & Scientific Creativity Skills and Perceptions on Robots, Human and Society. In *Teaching robotics* (Vol. 1, pp. 40–50). Retrieved from [http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012\\_submission\\_06.pdf](http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012_submission_06.pdf)

Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing Conceptual Understanding of Mechanical Advantage through the Use of Lego Robotic Technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4), 387–401. doi: 10.14742/ajet.1199

Chaudhary, V. (2016). An Experience Report on Teaching Programming and Computational Thinking to Elementary Level Children using Lego Robotics Education Kit. *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)*, 38–41. doi: 10.1109/T4E.2016.15

Considine, J., Botti, M., & Thomas, S. (2005). Design, format, validity and reliability of multiple choice questions for use in nursing research and education. *Collegian*, 12(1), 19–24. doi: 10.1016/S1322-7696(08)60478-3

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books. Retrieved from <http://books.google.cl/books?id=ObgOAAAQAAJ>

Gardner, H. (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the Twenty-first Century*. Basic Books. Retrieved from <http://books.google.cl/books?id=jnJ9AAAAMAAJ>

Gomby, D. S., Lerner, M. B., Stevenson, C. S., Lewit, E. M., & Behrman, R. E. (1995). Long-Term Outcomes of Early Childhood Programs: Analysis and Recommendations. *The Future of Children*, 5(3), pp. 6–24. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1602365>

Gonzales, P., Guzman, J. C., Partelow, L., Pahlke, E., Jocelyn, L., Kastberg, D., & Williams, T. (2004). *Highlights From the Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2003*. National center for education statistics. Retrieved from <http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2005005>

Highfield, K. (2010). Robotic Toys as a Catalyst for Mathematical Problem Solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22–27. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=EJ891802>

Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006, 01). The effect of lego training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. *Educational Technology and Society*, 9, 182-194. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/220374731\\_The\\_Effect\\_of\\_LEGO\\_Training\\_on\\_Pupils'\\_School\\_Performance\\_in\\_Mathematics\\_Problem\\_Solving\\_Ability\\_and\\_Attitude\\_Swedish\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/220374731_The_Effect_of_LEGO_Training_on_Pupils'_School_Performance_in_Mathematics_Problem_Solving_Ability_and_Attitude_Swedish_Data)

Johnson, R. T., & Londt, S. E. (2010). Robotics Competitions: The Choice Is up to You! *Tech Directions*, 69(6), 16–20. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ894878>

Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. (2016). *Prioridades 2016 con IVE SINAE basica media y comunal*. Santiago, Chile: MINEDUC. Retrieved from <https://>



www.junaeb.cl/wp-content/uploads/2016/01/PRIORIDADES-2016-CON-IVE-SINAE-BASICA-MEDIA-Y-COMUNAL-1.xlsx

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.

Kline, P. (2000). *The handbook of psychological testing* (2nd ed ed.) [Book]. London ; New York : Routledge. Retrieved from <http://www.tandfebooks.com/isbn/9781315812274>

Laughlin, S. R. (2013). *Robotics: Assessing its role in improving mathematics skills for grades 4 to 5*. (Doctoral dissertation, Capella University). Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED552844>

Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4), 1097–1111. doi: 10.1016/j.compedu.2005.12.008

Lohman, D. F. (1979). *Spatial Ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature*. School of Education, Stanford University. Retrieved from <http://books.google.cl/books?id=duMXHAAACAAJ>

Mineduc. (2014). *Síntesis Resultados de Aprendizaje*. Agencia de la Calidad de la Educación. Retrieved from [http://archivos.agenciaeducacion.cl/resultados-2014/Sintesis\\_Resultados\\_4B\\_2014.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/resultados-2014/Sintesis_Resultados_4B_2014.pdf)

Morana, L. C., Bombardier, J., Ippolito, C. V., & Wyndrum, R. W. (2012). Future STEM Careers Begin in the Primary Grades. *IEEE 2nd Integrated STEM Education Conference*, 1–5. doi: 10.1109/ISECon.2012.6238556

Moreno, G. (2014). *Simce: 40% de los alumnos de cuarto básico obtiene nivel insuficiente en test de Matemática*. Retrieved from <http://www.latercera.com/noticia/nacional/2014/06/680-581896-9-simce-40-de-los>

-alumnos-de-cuarto-basico-obtiene-nivel-insuficiente-en  
-test-de.shtml

Mourtos, N. J., DeJong Okamoto, N., & Rhee, J. (2004). Defining, teaching, and assessing problem solving skills. In *7th uicee annual conference on engineering education* (p. 9-13). Retrieved from <http://www.sjsu.edu/people/nikos.mourtos/docs/UICEE%2004%20Mumbai.pdf>

Norton, S. J., McRobbie, C. J., & Ginns, I. S. (2007, Jul 01). Problem solving in a middle school robotics design classroom. *Research in Science Education*, 37(3), 261–277. doi: 10.1007/s11165-006-9025-6

Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill. Retrieved from <http://www.worldcat.org/title/psychometric-theory/oclc/193064>

OCDE. (2010). *Pathways to success: how knowledge and skills at age 15 shape future lives in Canada*. Paris: Author. doi: 10.1787/9789264081925-en

Ohnishi, Y. (2014). A Practical Report of Programing Experiment Class for Elementary School Children. *Proceedings of the 2014 International Conference on Advanced Mechatronic Systems*, 291–294. doi: 10.1109/ICAMechS.2014.6911668

Ortiz, A. M. (2010). *Fifth Grade Students' Understanding of Ratio and Proportion in an Engineering Robotics Program* (Doctoral dissertation, Tufts University). Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED519984>

Rao, A. (2015, March). The application of lejos, lego mindstorms robotics, in an lms environment to teach children java programming and technology at an early age. In *2015 ieee integrated stem education conference* (p. 121-122). doi: 10.1109/ISECon.2015.7119902

Rogers, M. (2013). *Why Students Study STEM*. Retrieved from <http://www.insidehighered.com/news/2013/10/01/study-finds-math-and-science-exposure-has-significant-impact-intent-study-stem>

Salvini, P., Korsah, A., & Nourbakhsh, I. (2016, June). Special issue on educational robotics. *IEEE Robotics Automation Magazine*, 23(2), 12-89. doi: 10.1109/MRA.2016.2558281

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: 10.1002/tea.20238

Traurig, T., & Feller, R. (2014). *Why STEM?* Retrieved from <http://stemcareer.com/why-stem/>

Unidad de Currículum y Evaluación. (2010). *Resumen de resultados PISA 2009 Chile*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación. Retrieved from [http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/PISA/Resumen\\_Resultados\\_PISA\\_2009\\_Chile.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/PISA/Resumen_Resultados_PISA_2009_Chile.pdf)

Valenzuela, J. P., Bellei, C., Sevilla, A., & Osses, A. (2009). ¿ qué explica las diferencias de resultados pisa matemática entre chile y algunos países de la ocde y américa latina. In *Qué nos dice pisa sobre la educación de los jóvenes en chile* (pp. 105–148). Santiago, Chile: Ministerio de Educación. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/316192016-Que\\_explica\\_las\\_diferencias\\_de\\_resultados\\_PISA\\_Matematica\\_entre\\_Chile\\_y\\_algunos\\_paises\\_de\\_la\\_OCDE\\_y\\_America\\_Latina?](https://www.researchgate.net/publication/316192016-Que_explica_las_diferencias_de_resultados_PISA_Matematica_entre_Chile_y_algunos_paises_de_la_OCDE_y_America_Latina?)

Wang, X. (2013). Why Students Choose STEM Majors: Motivation, High School Learning, and Postsecondary Context of Support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081–1121. doi: 10.3102/0002831213488622

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2008). 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. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=EJ826076>

Zygouris, N. C., Stamoulis, G. I., Dadaliaris, A. N., & Vavougiios, D. (2017). The use of LEGO Mindstorms in elementary schools. In *2017 ieee global engineering education conference (educon)* (pp. 514–516). doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942895

## A. MANUAL OF ACTIVITIES OF THE EXTENDED INTERVENTION

### Actividad 1 Conociendo el nuevo material

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Lorena Céspedes    |
| <b>Habilidad</b>         | visual-espacial          |
| <b>Contenido</b>         |                          |
| <b>Indicador</b>         | 0                        |
| <b>Código</b>            |                          |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.04.25               |
| <b>Última revisión</b>   |                          |
| <b>Revisor</b>           |                          |

*Preguntar a los niños si conocen máquinas y qué piezas o partes especiales tienen. Se presenta el material nuevo (cajas mecanismos Lego) mostrando que existen nuevas piezas. Se entregarán las reglas de oro de trabajo en robótica considerando aspectos como orden, grupos, modalidad, etc. Se les solicitará que manipulen algunas piezas y que las clasifiquen. Luego se discutirán las clasificaciones propuestas para llegar a un acuerdo sobre el nombre y la función de la piezas nuevas. Se les pedirá que construyan algo entre todos, con estas nuevas piezas. Finalmente se dialogará sobre la experiencia realizada.*

#### Habilidades

Act. 1

Socialización Visual espacial

#### Contenidos

Act. 1

- Coordinación con precisión, eficiencia y control tónico.
- Habilidades psicomotoras finas de acuerdo a intereses de exploración, recreación y construcción.
- Representación creativa de situaciones de la vida cotidiana.
- Conectores, vigas, ejes y engranajes.

- Expresión oral, sobre temas de interés de los niños(as).

### **Materiales**

**Act. 1**

- Una caja de mecanismos Lego.
- Una caja de piezas especiales Lego.
- Una bandeja casino por grupo.
- Una bandeja para almacenar 30 huevos por grupo.
- Un set de fichas con los nombres de las piezas.

### **Objetivos**

**Act. 1**

1. Identificar y familiarizarse con el nuevo material.
2. Clasificar material por forma, tamaño y función.
3. Identificar y utilizar nombres específicos a estas nuevas piezas, como eje, conector, viga, engranaje, polea.
4. Realizar un trabajo en equipo con un objetivo común.
5. Comunicar verbalmente lo las debilidades (dificultades) y fortalezas (lo mejor) de la actividad.

### **Motivación**

**Act. 1**

Se iniciará la actividad de hoy, preguntándoles qué máquinas conocen, y qué piezas pueden identificar en esas máquinas. Se les puede dar de ejemplo una máquina de coser, un auto, un molino, una batidora, etc. Se les puede llevar un reloj desarmado o algo equivalente dónde identifiquen piezas. Entre todos se determina qué partes son centrales en la estructura y el funcionamiento de algunos mecanismos (ejes, ruedas, vigas, tornillos). Se pregunta ¿qué pasaría si no existiera... tal pieza?

### **Guión**

**Act. 1**

Se forman los grupos juntando cuatro puestos y sentando a los niños en ellos. Si hay menos niños se forman grupos de 3 alumnos.

Luego de la motivación, se les entrega la nueva caja y se les solicita que entre todos clasifiquen - dividan - ordenen este grupo de piezas utilizando la bandeja de huevos como casillas donde ubicar cada grupo. Pueden inicialmente dar vuelta las piezas sobre la bandeja para visualizar mejor.

Una vez terminada la agrupación se les pregunta a los niños por los criterios utilizados destacando que cada vez que se clasifica algo se utilizan criterios, por ejemplo, su curso se puede clasificar según género (niños y niñas), según altura (altos, bajos), etc. Se destacan los criterios más comunes entre todos los grupos (tamaño, forma, función, color). Posteriormente se les da nombre a las piezas más importantes según grupos principales mostrados en láminas anexas.

Luego, se les pide a los niños que armen una estructura libre con las piezas que tienen, en forma grupal. Se toman aproximadamente 15 minutos en armar estructuras y luego se solicita que algunos grupos muestren y cuenen qué es lo armado.

Al finalizar, se observa qué función cumplen algunas piezas en las estructuras construidas, haciendo énfasis en los conectores como si fueran "tornillos", las vigas como cuerpo de las estructuras, los ejes que permiten movimiento de rotación, etc.

### Preguntas Claves

Act. 1

Durante el desarrollo de la actividad se puede apoyar con preguntas tales como:

1. ¿Qué diferencia observan entre estas piezas y las usadas anteriormente?
2. ¿Qué significa clasificar?
3. ¿Cómo pueden clasificar piezas lego?
4. ¿Qué función cumplen los ejes, vigas, conectores,...?
5. ¿Les agrada este material y por qué?
6. ¿Qué dificultades tienen al jugar con este material?
7. ¿Te agrada jugar con tu compañero (era), compartiendo tus ideas? Y ¿Por qué?

### Evaluación

Act. 1

Por medio de la observación durante la actividad y de los productos obtenidos (lista de cotejo):

## Observaciones

Act. 1

## Material Extra

Act. 1

Algunas referencias útiles:

- <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/>



PAUTA DE COTEJO Conociendo el material

Niveles de logro: 3: Completamente logrado 2: Medianamente logrado 1: No logrado (o muy poco)

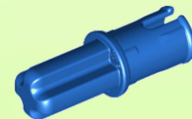
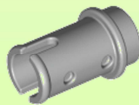
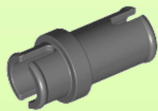
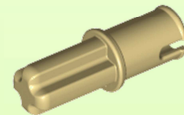
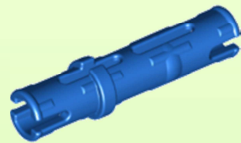
|                                                                                       | Grupo 1 |   |   |   | Grupo 2 |   |   |   | Grupo 3 |   |   |   | Grupo 4 |   |   |   | Grupo 5 |   |   |   | Grupo 6 |   |   |   | Grupo 7 |   |   |   | Grupo 8 |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|--|--|--|
|                                                                                       | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 |         |  |  |  |
| Nombre del niño                                                                       |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Indicadores                                                                           |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Clasifica piezas según al menos un criterio.                                          |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Construye estructura utilizando variadas piezas.                                      |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Reconoce funcionalidad de piezas y las utiliza correctamente.                         |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Realiza labores de limpieza, respetando sus compañeros y cortando el trabajo general. |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Observaciones                                                                         |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |

Cuadro 1: Evaluación actividad “Conociendo el material”

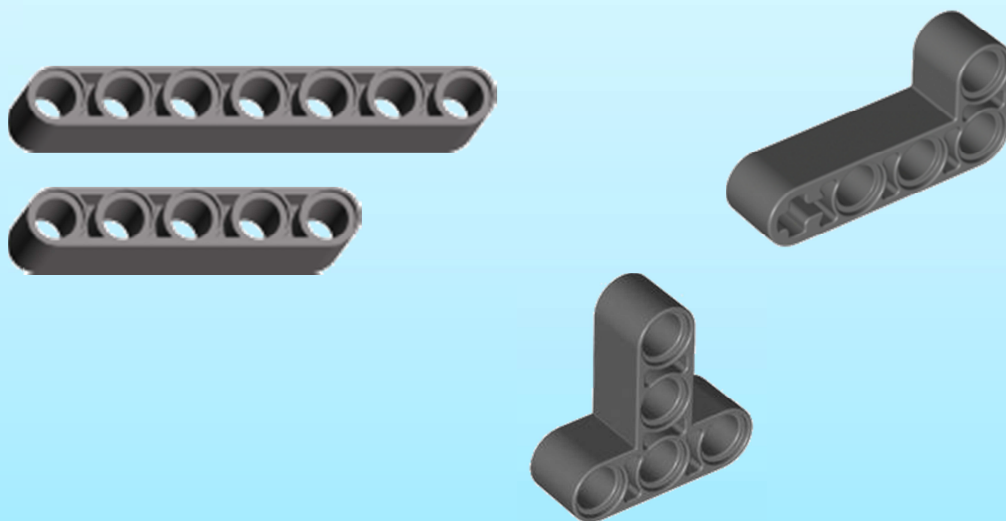
# EJES Y TOPES



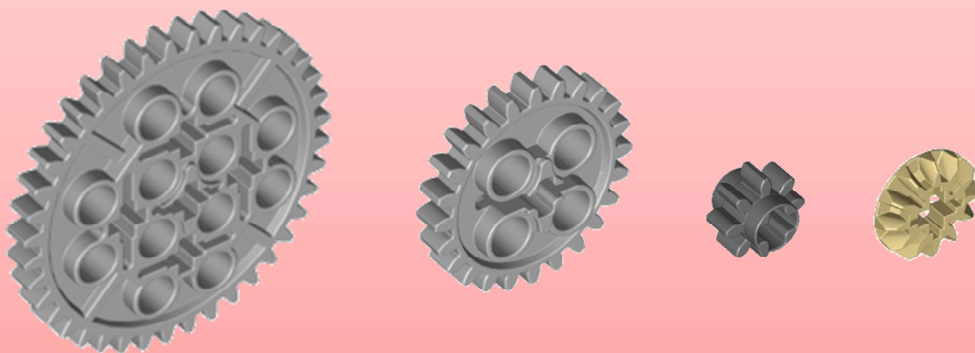
# CONECTORES



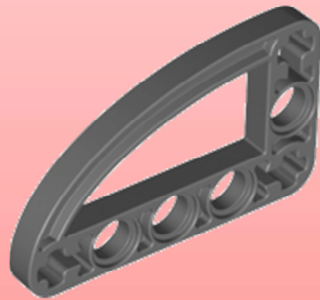
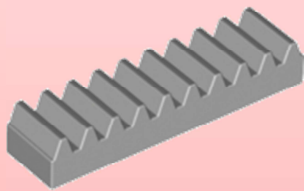
# VIGAS



# ENGRANAJES



## OTRAS PIEZAS ESPECIALES

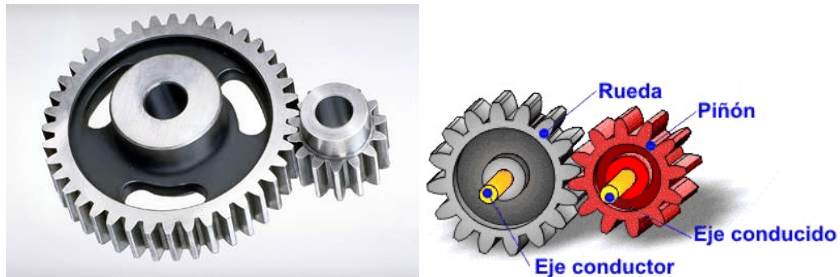




## Actividad 2

### Transmisión de Movimientos Usando Engranajes

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Miguel Torres          |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial              |
| <b>Contenido</b>         | Engranajes                   |
| <b>Indicador</b>         | 1g                           |
| <b>Código</b>            |                              |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex     |
| <b>Fecha de creación</b> | 2012.01.19                   |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.05.14                   |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Maximiliano Montenegro |



- La profesora preguntará mostrará una presentación sobre los engranajes.
- Al término de la presentación preguntará: ¿qué cosas conocen del mundo real que funcionen con engranajes?, ¿cómo, cuándo y dónde vieron que dichas cosas empleaban engranajes? (duración de 5 minutos).
- Se pedirá a los niños que construyan algunos objetos que utilicen engranajes, como un ventilador. (duración 30 minutos).
- Los niños realizarán algunos experimentos con el engranaje (duración 20 minutos).



- *Los niños responderán algunas preguntas referidas a los experimentos con los engranajes (duración 10 minutos).*
- *Los niños guardan el material supervisados por las profesoras.*

## Habilidades

Act. 2

1. Comprensión de como se articulan movimientos de giro y rotación empleando engranajes.
2. Construcción y reproducción de mecanismos básicos que giran usando dos o más ejes como un reloj, molino o un ventilador.
3. Comprender el efecto del engranaje como trasmisor de movimiento (eje de entrada/eje de salida), como inversor de giro.

## Contenidos

Act. 2

1. Reflexión inicial sobre las características de los engranajes, que elementos los distinguen de otras piezas (dientes, circularidad), qué diferencias existen entre engranajes (número de dientes, tamaño de los dientes).
2. Reflexión inicial sobre los elementos de nuestro entorno que giran empleando engranajes. ¿Es el giro circular completo? ¿Es un movimiento repetitivo u ocurre a veces? ¿Es el giro en la mismas dirección para el par de engranajes entrada (eje conductor) y salida (eje conducido), qué pasa si se usa un número impar de engranajes?
3. Recordar la clasificación de piezas para transmisión de movimientos y estructuras complejas de la actividad anterior. ¿Qué piezas se necesitan para transmitir movimiento? No solamente los engranajes, también se requieren ejes y una estructura que los soporte, y los topes que evitan que los ejes se salgan de la estructura que fija los ejes.
4. Experimentos sobre el sentido de giro.
5. Construcción de molino.

## Materiales

Act. 2

- Una caja base de Legos por grupo.

- Una caja de piezas móviles (ejes M11, engranajes Z24 o Z40, ladrillo especial con perforaciones o viga).
- Una bandeja por grupo.
- Un computador con Lego Digital Designer instalado para mostrar los ejemplos de ensamblaje.

Ver materiales principales en la fig. 1.

### Objetivos

Act. 2

- Construir mecanismos que tengan movimiento básico de giro usando engranajes.
- Identificar las características de funcionamiento de engranajes como transmisores de giro que pueden invertir la dirección de giro preservando la velocidad del engranaje de salida (las velocidades de giro del engranaje al cual se aplica el movimiento y en el cual se replica el movimiento son iguales).
- Identificar y usar las piezas necesarias para crear estructuras que puedan moverse en torno a un eje usando engranajes.

### Motivación

Act. 2

La actividad se introduce y motiva preguntando a los niños si recuerdan los engranajes de la actividad anterior y si conocen cosas del mundo real que utilicen engranajes. Se les pregunta para qué sirven o imaginan que podrían servir los engranajes. Se les pregunta si alguna vez han visto un juguete roto o reloj que contenga engranajes. Se les explica que la tarea de hoy es construir engranajes que son un elemento fundamental para transmitir movimiento giratorio en una gran cantidad de máquinas, desde molinos, relojes y telares, pasando por computadores mecánicos hasta motores de autos, barcos, trenes, y robots. Una vez construido su mecanismo de transmisión podrán colocárselo a un vehículo, o máquina como un molino o carrusel.

### Guión

Act. 2

1. La profesora preguntará (duración de 5 minutos):
  - a) ¿qué es un engranaje, para qué sirve?
  - b) ¿dónde, cuándo y cómo es que vieron engranajes?
  - c) ¿qué características tiene un engranaje?
  - d) ¿dónde, para qué podríamos usar un engranaje?

2. La profesora explicará que la tarea de hoy consistirá en aprender a utilizar engranajes para construir máquinas que giran.
3. La profesora mostrará la presentación de la actividad de hoy (duración de 5 a 10 minutos).
4. La profesora presentará un par de ejemplos de ensamblaje de mecanismos provistos con la actividad (5 minutos), ver fig. 2 y 3. Los ejemplos de ensamblaje se incluyen con esta guía en formato HTML para visualización en navegador de Internet y en formato Lego Digital Designer.
5. Los niños tendrán un periodo para armar sus mecanismos (duración de 30 minutos).
6. Los niños realizarán algunos experimentos con sus mecanismos (duración 20 minutos).
  - a) ¿Qué pasa si se colocan dos engranajes iguales?
  - b) ¿Qué pasa si se colocan tres engranajes iguales?
7. Los niños guardan el material supervisados por las profesoras.

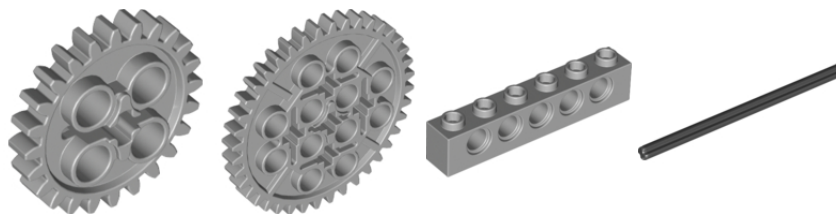


Figura 1: Materiales de construcción para los mecanismos transmisores de giro usando engranajes.

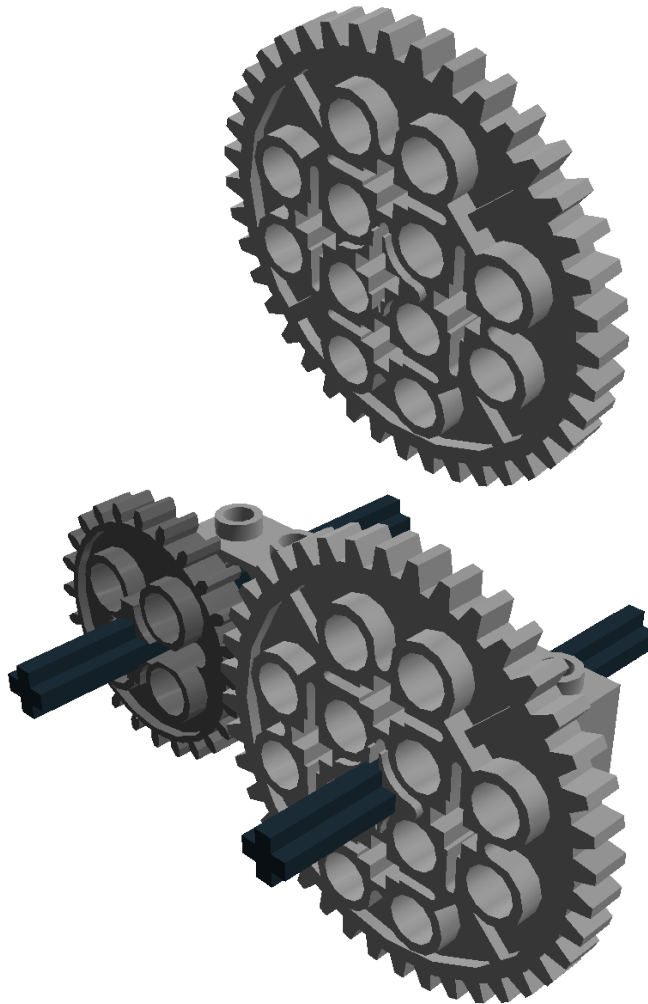


Figura 2: Ejemplo de pasos de construcción para un mecanismo de dos engranajes (ver ejemplos en LDD adjuntos a la actividad).



Figura 3: Ejemplo del mecanismo a construir por los niños.

### Preguntas Claves

Act. 2

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿Hacia dónde giran los engranajes? ¿Es el mismo sentido cuando se emplean dos o tres engranajes?
- ¿Qué engranaje gira más rápido? ¿Cuál más lento? ¿Giran iguales?
- ¿Qué engranaje gira más fácilmente, cuál más difícil o son ambos iguales?
- ¿Puedes utilizar el engranaje para hacer girar un molino?

### Evaluación

Act. 2

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. El niño enumerar elementos que utilicen engranajes.
2. Ensamblar un mecanismo con engranajes.
3. Distinguir el cambio de giro en mecanismos con un número par de engranajes.
4. Reconocer que un número impar de engranajes no produce un cambio en el sentido de giro.
5. Construcción de un mecanismo tipo molino.

Por medio de la observación durante la actividad y de los productos obtenidos (lista de cotejo).

| Observaciones | Act. 2 |
|---------------|--------|
| Ninguna.      |        |

| Material Extra               | Act. 2 |
|------------------------------|--------|
| Presentación con engranajes. |        |

**PAUTA DE COTEJO Transmisión de movimiento usando engranajes.**

iveles de logro: 3: Completamente logrado 2: Medianamente logrado 1: No logrado (o muy poco)

|                                                                                        | Grupo 1 |   |   |   | Grupo 2 |   |   |   | Grupo 3 |   |   |   | Grupo 4 |   |   |   | Grupo 5 |   |   |   | Grupo 6 |   |   |   | Grupo 7 |   |   |   | Grupo 8 |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|--|--|--|
|                                                                                        | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 |         |  |  |  |
| Nombre del niño                                                                        |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Indicadores                                                                            |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Construye transmisión de 2 engranajes.                                                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Construye transmisión de 3 engranajes.                                                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Comprende el sentido de giro para el mecanismo de engranajes.                          |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Comprende el sentido de giro para el mecanismo de engranajes.                          |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Trabaja colaborativamente, respetando a sus compañeros y aportando al trabajo general. |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Observaciones                                                                          |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |

Cuadro 2: Evaluación actividad “Transmisión de movimiento usando engranajes.”



### Actividad 3

#### Cambio de velocidad de giro

|                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Maximiliano Montenegro   |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica        |
| <b>Contenido</b>         | Engranajes y velocidad angular |
| <b>Indicador</b>         |                                |
| <b>Código</b>            |                                |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex       |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.05.27                     |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.05.27                     |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Maximiliano Montenegro   |

#### Habilidades

Act. 3

1. Visual–espacial
2. Lógico matemática
3. Comprender el efecto del engranaje como transmisor de movimiento (eje de entrada/eje de salida) con las capacidades de aumentar o reducir la velocidad del eje conductor con respecto al eje conducido, así como de reducir o aumentar el torque (fuerza de giro) del eje conducido con respecto al eje conductor.

#### Contenidos

Act. 3

1. Engranajes.
2. Transmisión de movimiento rotatorio usando engranajes.
3. Cambio de sentido de giro usando engranajes.
4. Relación entre la velocidad angular y el número de dientes de dos engranajes conectados

## **Materiales**

**Act. 3**

- Una caja base de legos por grupo.
- Una bandeja por grupo.
- Una caja de piezas móviles.

## **Objetivos**

**Act. 3**

- Construir mecanismos que tengan movimiento básico de giro usando engranajes.
- Identificar las características de funcionamiento de engranajes como transmisores de giro que reducen o amplifican la velocidad, e inversamente, que amplifican o reducen el torque en el eje de salida.
- Identificar y usar las piezas necesarias para crear estructuras que puedan moverse en torno a un eje usando engranajes.

## **Motivación**

**Act. 3**

En la sesión anterior estudiamos cómo al conectar varios engranajes, el movimiento de rotación se puede transmitir de un eje a otro, además de que al conectar un engranaje a otro, el sentido de giro cambia. Sin embargo, me surge una pregunta: ¿solo cambia el sentido de giro? ¿habrá otros cambios en la forma que gira cada engranaje?

Observen la siguiente figura:

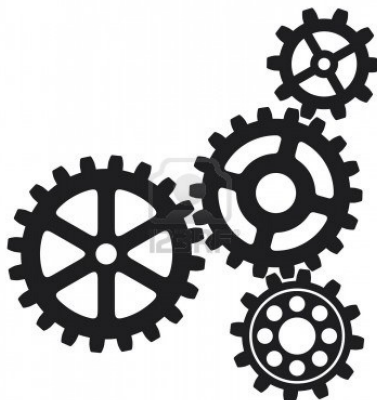


Figura 4: Un mecanismo con varios engranajes.

¿En qué sentido van a girar cada uno de los engranajes? (La profesora espera a que los niños contesten y dirige la discusión hasta que a todos los niños visualicen correctamente el sentido de giro de cada engranaje)

Ahora que sabemos en qué sentido gira cada engranaje, necesito que observen cuidadosamente el engranaje de más arriba (llamémosle engranaje cruz) y el engranaje de más abajo (a este llamémosle engranaje rueda) ¿Son del mismo tamaño? ¿cómo podemos saber si son del mismo tamaño? Aparte de medirlo con una regla, ¿hay otra forma de saber si es más grande? (la profesora dirige la discusión para que los niños lleguen a la conclusión de que el número de dientes también es una forma de medir su tamaño).

¿Cuántos dientes (puntas) tiene el engranaje cruz? ¿Y el engranaje rueda? Entonces, ¿cuál es el más grande? Ambos engranajes están conectados al mismo engranaje, si el engranaje del medio da una vuelta, ¿cuántas vueltas van a dar cada uno de los otros engranajes? ¿Es posible saberlo sin armar este mecanismo? (Independientemente de que si hay o no hay acuerdo en el número e vueltas que cada uno da, la profesora anota cada una de las respuestas diferentes que se propongan)

En la actividad de hoy vamos a intentar responder estas preguntas y muchas más, pero usando mecanismos de verdad. ¿Quieren armar una máquina Lego?

#### Guión

#### Act. 3

1. La profesora explicará que en esta actividad vamos a usar el mismo mecanismo de la semana pasada, pero que en vez de utilizar 2 engranajes del mismo tamaño,

vamos a usar 2 engranajes de diferente tamaño. La profesora preguntará (duración de 5 minutos):

2. ¿qué ocurrirá cuando los engranajes no son del mismo tamaño como en la actividad pasada?

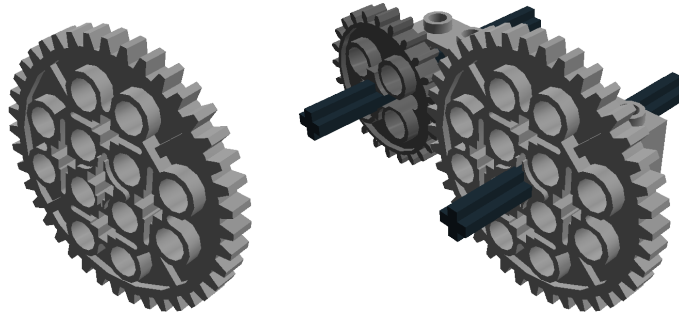


Figura 5: Pasos de construcción del mecanismo de dos engranajes del taller anterior.

3. Los niños tendrán un periodo para armar sus mecanismos (duración de 30 minutos).
4. ¿Qué pasa si se colocan un engranaje más grande que el que había? Experimentar aplicando giros al engranaje pequeño, y observar como gira el engranaje grande. ¿Cuál gira más rápido? Para ayudarlos en la comparación se sugiere que, por turnos, le pidan a un compañero su monito y lo coloquen en el mecanismo como indica en la siguiente figura:



Figura 6: Ejemplo del mecanismo para comparar velocidades de giro.

5. Cuenta el número de dientes de cada engranajes y anota si gira más rápido o más lentos en la primera columna de la siguiente tabla:

| <b>Experimento</b> | <b>Número de dientes<br/>Primer engranaje</b> | <b>Número de dientes<br/>Segundo engranaje</b> | <b>Giro<br/>más rápido /más lento</b> |
|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                    |                                               |                                                |                                       |
|                    |                                               |                                                |                                       |
| <b>Conclusión</b>  |                                               |                                                |                                       |
| <b>Alumno 1</b>    |                                               |                                                |                                       |
| <b>Alumno 2</b>    |                                               |                                                |                                       |
| <b>Alumno 3</b>    |                                               |                                                |                                       |
| <b>Alumno 4</b>    |                                               |                                                |                                       |

Cuadro 3: Tabla para anotar resultados.

6. Ahora ¿Qué pasa si se colocan un engranaje más pequeño que el que había? Experimentar aplicando giros al engranaje grande y observar como gira el engranaje más pequeño. ¿Cuál gira más rápido? Anota tus resultados en la segunda fila de la tabla anterior.
7. La profesora pregunta ¿Cuál es la conclusión de nuestra actividad? ¿quién puede escribirla? Si no hay voluntarios, la profesora dirige la discusión y escribe la conclusión de la actividad en la pizarra para que los niños la copien en su tabla:

*Si un engranaje se conecta a uno más pequeño, el engranaje más pequeño girará más rápido*

8. Una vez copiada la conclusión, los niños deberán crear un mecanismo donde apliquen lo que aprendieron. Un ejemplo posible es:

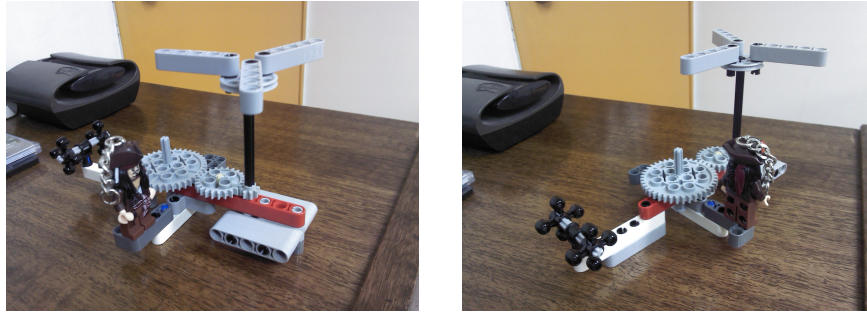


Figura 7: Ejemplo del mecanismo con cambio de velocidades de giro.

### Preguntas Claves

Act. 3

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿Qué engranaje gira más rápido? ¿Cuál más lento? ¿Giran iguales?
- ¿Qué engranaje gira más fácilmente, cuál más difícil o son ambos iguales?
- ¿La velocidad de giro depende del número de dientes de cada engranaje?

### Evaluación

Act. 3

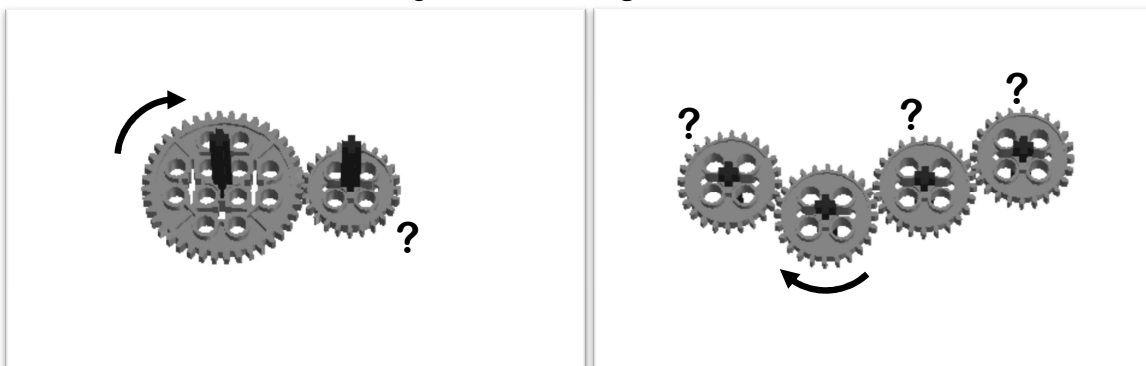
Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. Ensamblar un mecanismo con engranajes de tamaños desiguales.
2. Reconocer que un conjunto de engranajes con un tamaños distintos producen una razón de giro distinta a la unidad, y por lo tanto, un engranaje girará siempre más rápido o lento que el otro dependiendo donde se aplica el movimiento.
3. Reconocer que el giro aplicado al engranaje mayor produce un aumento de velocidad de giro en el engranaje menor.
4. Reconocer que el giro aplicado al engranaje menor produce una reducción de velocidad de giro en el engranaje mayor.
5. Construcción de un mecanismo tipo donde haya un cambio en la velocidad de giro.

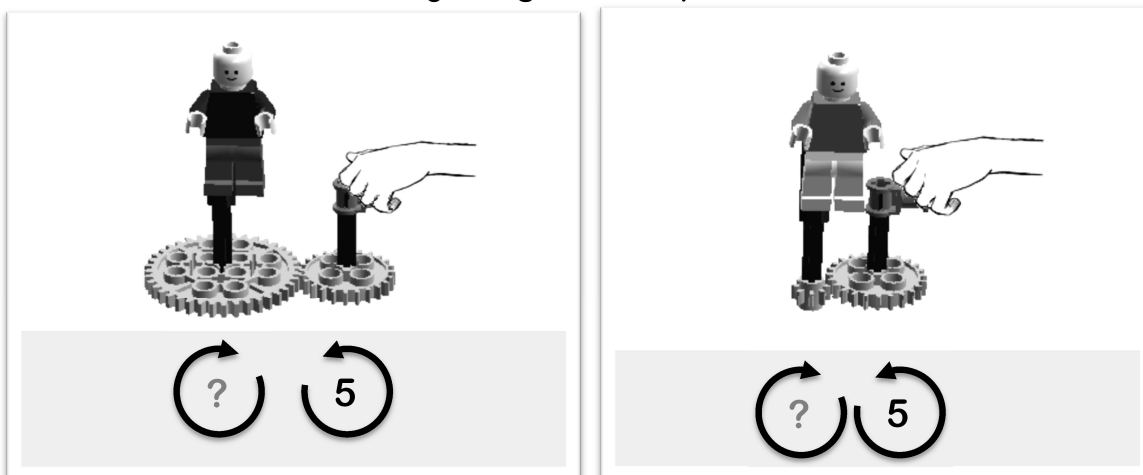
|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| <b>Observaciones</b>  | <b>Act. 3</b> |
| Ninguna.              |               |
| <b>Material Extra</b> | <b>Act. 3</b> |

## Actividad N°5: Helicóptero

¿Hacia dónde giran?



¿Cuál gira más rápido?



¿Hacia dónde gira?



Nombre: \_\_\_\_\_

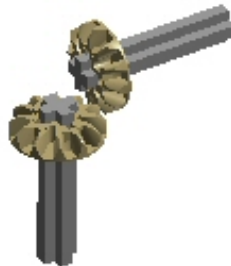
Curso: \_\_\_\_\_



## Actividad 4

### Auto/hélice, cambio de orientación de giro

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Lorena Céspedes    |
| <b>Habilidad</b>         | visual-espacial          |
| <b>Contenido</b>         |                          |
| <b>Indicador</b>         | 0                        |
| <b>Código</b>            |                          |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.05.30               |
| <b>Última revisión</b>   |                          |
| <b>Revisor</b>           |                          |



- La profesora mostrará imágenes de engranajes cónicos y preguntará si los conocen y qué diferencia observan con los usados anteriormente.
- Se mostrarán los engranajes cónicos de la caja lego destacando la forma que tienen (de cono cortado)
- Se les muestra plano de construcción de sistema básico y se pedirá a los niños que indiquen cómo creen que se moverá este sistema.
- Construyen sistema de engranajes cónicos básico. Analizan su movimiento.

- *Luego construyen sistema auto - hélice y describen cómo engranaje de ruedas transmite movimiento a la hélice.*
- *Los niños guardan el material supervisados por las profesoras.*

### Habilidades

Act. 4

Visual espacial lógico matemática Comprender que la transmisión de movimiento por engranajes puede realizarse cambiando orientación de giro.

### Contenidos

Act. 4

- Sistema de dos engranajes cónicos.
- Cambio de orientación de giro (90°).
- Secuencias lógicas y de instrucciones.
- Representación creativa de situaciones de la vida cotidiana.

### Materiales

Act. 4

- Una caja de mecanismos Lego.
- Una caja de piezas especiales Lego.
- Una bandeja casino por grupo.
- Una hoja de actividad por niño.
- Un computador con Lego Digital Designer instalado para mostrar los ejemplos de ensamblaje.

### Objetivos

Act. 4

1. Construir sistema de engranajes con cambio de orientación (90°)
2. Identificar cambio de orientación.
3. Aplicar cambio de orientación en la construcción de un modelo tal como un auto con hélice u otro mecanismo similar.
4. Realizar un trabajo en equipo con un objetivo común.
5. Comunicar verbalmente lo observado.

## Motivación

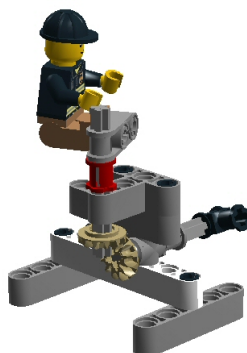
Act. 4

Se iniciará la actividad de hoy, preguntándoles qué hemos aprendido sobre el uso de engranajes, recordando los tipos de engranajes usados y sus funciones, se hará énfasis en dos puntos: transmisión de movimiento y cambio de velocidad de giro. Luego se preguntará, ¿qué engranajes no hemos usado? (los niños podrán indicar de la caja) ¿Qué diferencia existe entre los engranajes usados anteriormente y los de color beige? (cónicos, no se pueden conectar hacia el lado como los anteriores) pueden intentar conectar estos engranajes y visualizar que no se pueden mover si se colocan uno al lado del otro, luego se puede preguntar ¿cómo podemos conectarlos entonces? ¿qué función tendrán?

## Guión

Act. 4

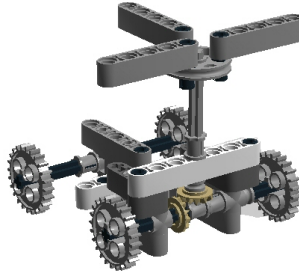
La profesora explicará que la tarea de hoy será conectar dos engranajes que cambien la orientación de giro por lo que les solicitará que construyan sistema según modelo en Lego Digital Designer o modelo adjunto en hoja anexa.



Una vez contruido el modelo se comentará y discutirá con los niños qué cambio se produjo respecto a los modelos desarrollados las clases anteriores.

Posteriormente se invitará a los alumnos a construir un auto que con tracción en sus ruedas mueva una hélice, utilizando estos engranajes cónicos. Para esto se puede utilizar nuevamente Lego Digital Designer o modelo adjunto en anexo. La idea es que a través de este modelo logren finalmente visualizar el cambio de orientación de giro.

Para finalizar se resume lo aprendido.



### Preguntas Claves

Act. 4

Durante el desarrollo de la actividad se puede apoyar con preguntas tales como:

1. ¿Qué diferencia existe entre los engranajes usados antes y los que usaremos hoy?
2. ¿De qué forma se pueden conectar los engranajes cónicos?
3. ¿Para qué podría servir un mecanismo que cambia la orientación de giro?
4. ¿El monito gira hacia el mismo lado cuando giramos la manivela?
5. ¿Hacia dónde giran las ruedas y hacia dónde la hélice?

### Evaluación

Act. 4

Por medio de la observación durante la actividad y de los productos obtenidos (lista de cotejo):

Observaciones

Act. 4

Material Extra

Act. 4

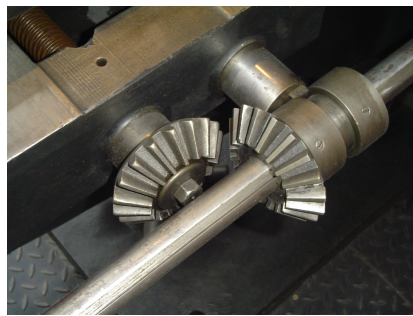


Figura 8: Ejemplos de conexión de engranajes cónicos

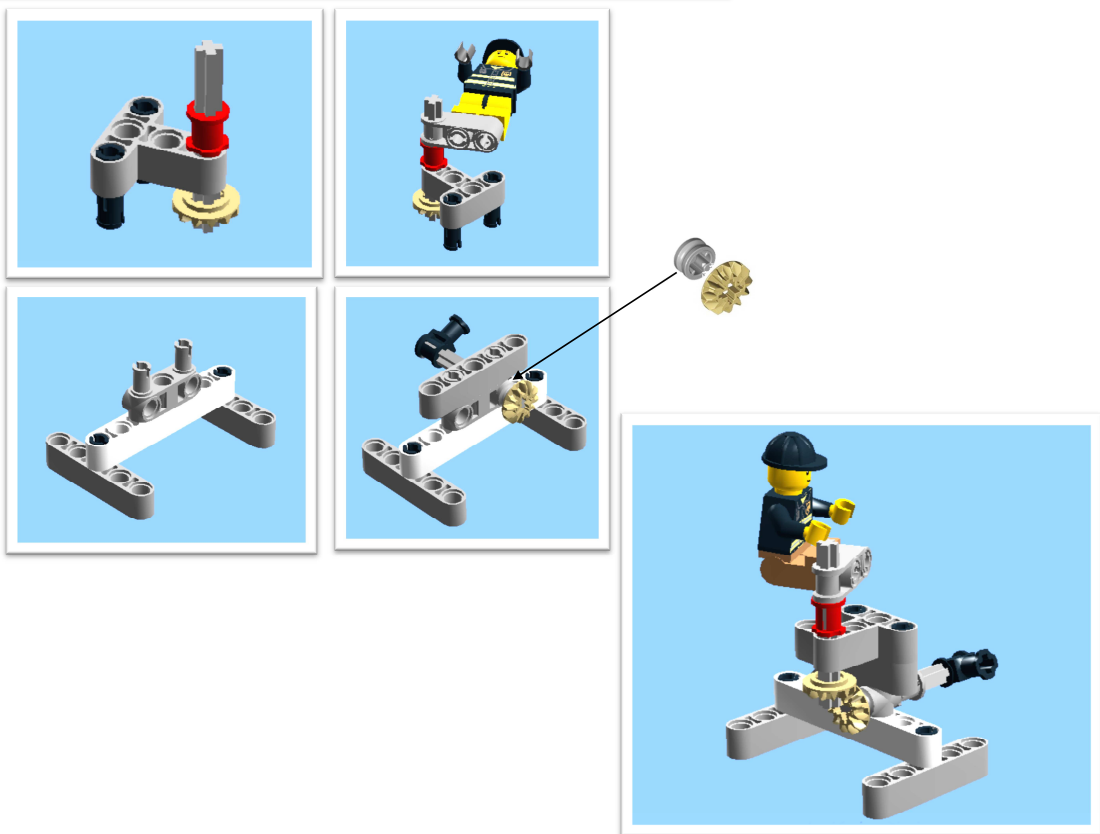
**PAUTA DE COTEJO Actividad 6: Auto/hélice**

Niveles de logro: 3: Completamente logrado 2: Medianamente logrado 1: No logrado (o muy poco)

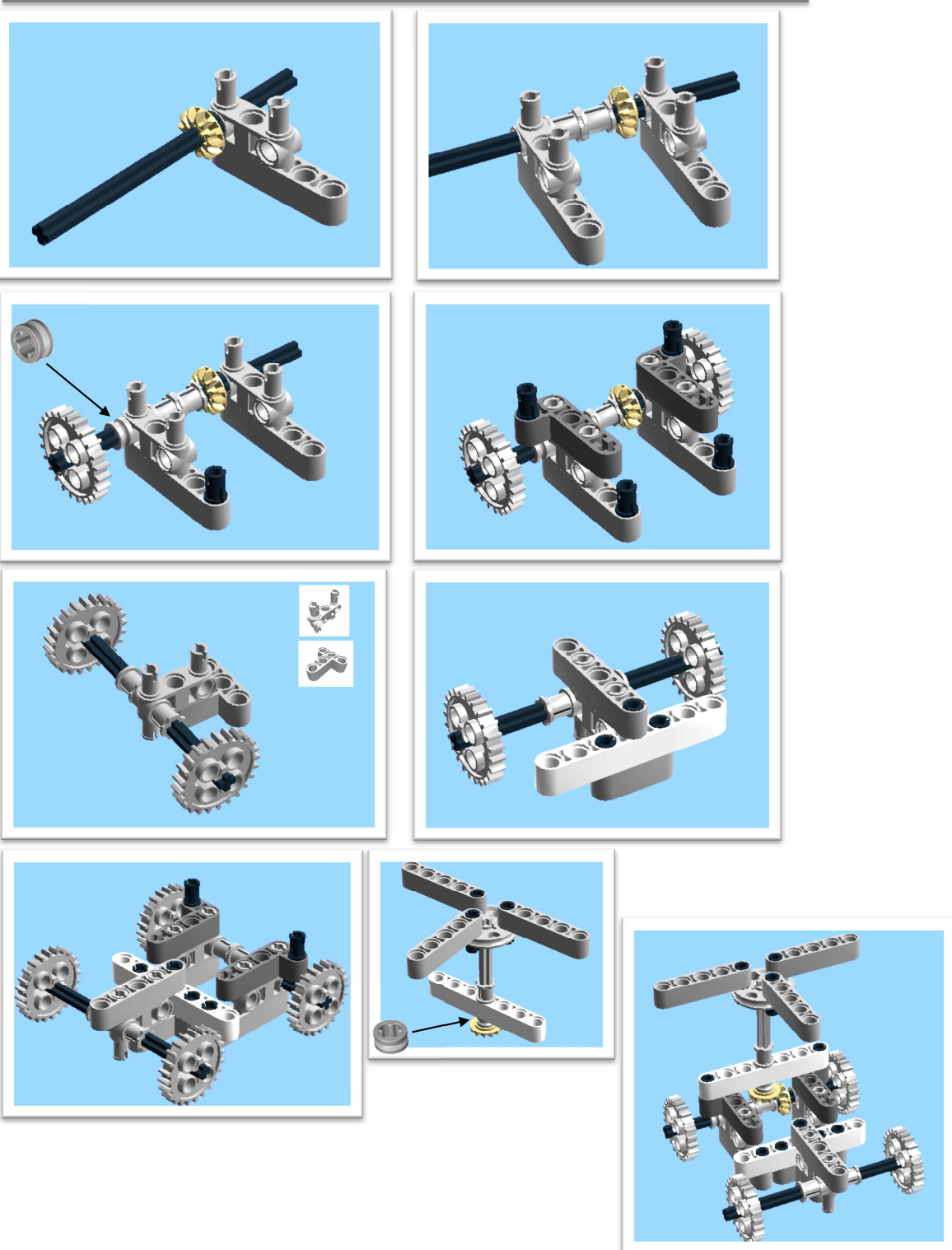
|                                                                             | Grupo 1 |   |   |   | Grupo 2 |   |   |   | Grupo 3 |   |   |   | Grupo 4 |   |   |   | Grupo 5 |   |   |   | Grupo 6 |   |   |   | Grupo 7 |   |   |   | Grupo 8 |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|--|--|--|
|                                                                             | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 |         |  |  |  |
| Nombre del niño                                                             |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Indicadores                                                                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Construyen mecanismo básico.                                                |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Comprende cambio de orientación a giro.                                     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Construyen objeto con hélice funcional.                                     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Abaja plabara-amente, respetando sus compañeros y cortando trabajo general. |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |
| Observaciones                                                               |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |  |  |  |

Cuadro 4: Evaluación “Actividad 6: Auto/hélice”

Actividad N°6: Auto/hélice – Mecanismo Básico



## Actividad N°6: Auto - hélice



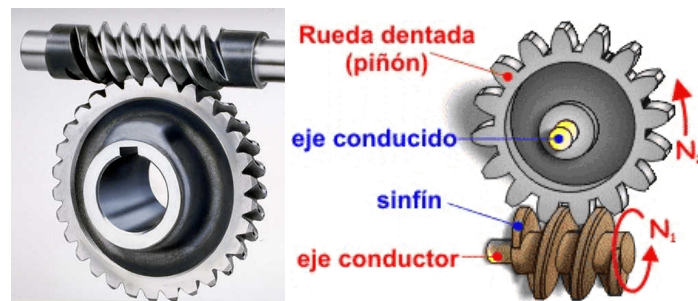




## Actividad 5

### Tornillos Sinfin

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Miguel Torres      |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial          |
| <b>Contenido</b>         | Tornillos Sinfin         |
| <b>Indicador</b>         | 1g                       |
| <b>Código</b>            |                          |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.06.17               |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.06.17               |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Lorena Céspedes    |



- La profesora preguntará mostrará una presentación sobre los tornillos sinfín.
- Al término de la presentación preguntará: ¿qué cosas conocen del mundo real que funcionen con tornillos sinfín?, ¿cómo, cuándo y dónde vieron que dichas cosas empleaban tornillos sinfín? (duración de 5 minutos).
- Se pedirá a los niños que construyan algunos objetos que utilicen tornillos sinfín, como la transmisión de un camión. (duración 30 minutos).
- Los niños realizarán algunos experimentos con el tornillo sinfín (duración 20 minutos).
- Los niños responderán algunas preguntas referidas a los experimentos con el tornillo sinfín (duración 10 minutos).

- Los niños guardan el material supervisados por las profesoras.

### Habilidades

Act. 5

1. Comprensión de como se articulan movimientos de giro y rotación empleando tornillos sinfín.
2. Construcción y reproducción de mecanismos básicos que giran usando tornillos sinfín.
3. Comprender las características principales del tornillo sinfín (alta reducción de velocidad y su propiedad autobloqueante).

### Contenidos

Act. 5

1. Reflexión inicial sobre las características de los tornillos sinfín, qué elementos los distinguen de otras piezas (dientes, circularidad), qué diferencias existen entre los tornillos sinfín y los engranajes (¿tiene dientes?, ¿cuáles son los dientes?).
2. Reflexión inicial sobre los elementos de nuestro entorno que giran empleando tornillos sinfín.
3. Recordar la clasificación de piezas para transmisión de movimientos y estructuras complejas de la actividad anterior. ¿Qué piezas se necesitan para transmitir movimiento? No solamente un tornillo sinfín, también se requiere un engranaje llamado *piñon*, ejes y una estructura que los soporte, y los topes que evitan que los ejes se salgan de la estructura que fija los ejes.
4. Experimentos sobre el sentido de giro.
5. Construcción de una transmisión para camión, correas transportadoras o clavijeros de guitarras.

### Materiales

Act. 5

- Una caja base de Legos por grupo.
- Una caja de piezas móviles (ejes M11, tornillo sinfín, engranajes Z24, ladrillo especial con perforaciones para tornillos sin fin).
- Una bandeja por grupo.

- Un computador con Lego Digital Designer instalado para mostrar los ejemplos de ensamblaje.
- Cuerda y peso para colgar y enrollar en un eje del mecanismo de transmisión con tornillo sinfín.

*Ver materiales principales en la fig. 1.*

### Objetivos

Act. 5

- Construir mecanismos que tengan movimiento básico de giro usando tornillos sinfín.
- Identificar las características de funcionamiento de tornillos sinfín.
- Identificar y usar las piezas necesarias para crear estructuras que puedan moverse en torno a un eje usando tornillos sinfín.

### Motivación

Act. 5

La actividad se introduce y motiva preguntando a los niños si conocen cosas del mundo real que utilicen tornillos sinfín. Se les pregunta para qué sirven o imaginan que podrían servir. Se les explica que la tarea de hoy es construir tornillos sinfín que son un elemento fundamental para transmitir movimiento giratorio en máquinas como camiones, correas transportadoras, el limpiaparabrisas de los autos, o el clavijero de una guitarra. Una vez construido su mecanismo de transmisión podrán colocárselo a un vehículo.

### Guión

Act. 5

1. La profesora preguntará (duración de 5 minutos):
  - a) ¿qué es un tornillo sinfín, para qué sirve?
  - b) ¿dónde, cuándo y cómo es que vieron tornillos sinfín?
  - c) ¿qué características tiene los tornillos sinfín?
  - d) ¿dónde, para qué podríamos usar un tornillo sinfín?
2. La profesora explicará que la tarea de hoy consistirá en aprender a utilizar tornillos sinfín para construir máquinas que giran.
3. La profesora mostrará la presentación de la actividad de hoy (duración de 5 a 10 minutos).

4. La profesora presentará un par de ejemplos de ensamblaje de mecanismos provistos con la actividad (5 minutos), ver fig. 2 y 3. Los ejemplos de ensamblaje se incluyen con esta guía en formato HTML para visualización en navegador de Internet y en formato Lego Digital Designer.
5. Los niños tendrán un periodo para armar sus mecanismos (duración de 30 minutos).
6. Los niños realizarán algunos experimentos con sus mecanismos (duración 20 minutos).
  - a) ¿Qué pasa si se gira el eje del tornillo sinfín?
  - b) ¿Qué pasa si se gira el eje del piñon? ¿Gira realmente?
7. Los niños guardan el material supervisados por las profesoras.

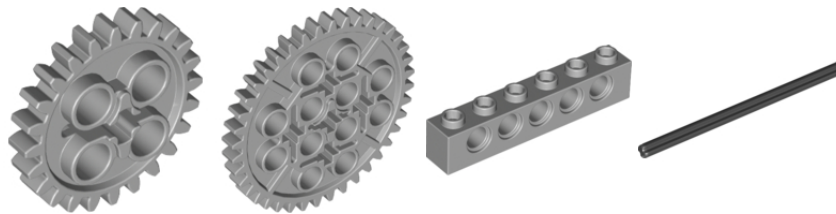


Figura 9: Materiales de contrucción para los mecanismos transmisores de giro usando tornillos sinfín.

### Preguntas Claves

### Act. 5

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿Hacia dónde giran los ejes?
- ¿Qué eje gira más rápido? ¿Cuál más lento? ¿Giran iguales?
- ¿Qué eje gira más fácilmente, hay un eje que no gira cuando trato de moverlo?
- ¿Puedes utilizar el tornillo sinfín para construir un auto con grúa?

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. El niño enumerar elementos que utilicen tornillos sinfín.
2. Ensamblar un mecanismo de tornillo sinfín.
3. Distinguir el sentido y orientación de los ejes en un mecanismo de tornillo sinfín.
4. Observar que el mecanismo produce una velocidad muy baja en el eje de salida (eje conducido) para cada giro del eje de entrada (eje conductor), pero tiene un alto torque (mucha fuerza para subir una carga) y que el eje de conducido no se puede usar como eje conductor a diferencia de los engranajes, que si son mecanismos reversibles (ambos ejes se pueden mover con la mano para transmitir movimiento al otro).
5. Construcción de un mecanismo tipo vehículo con grúa.

Por medio de la observación durante la actividad y de los productos obtenidos (lista de cotejo).

**Observaciones****Act. 5**

Ninguna.

**Material Extra****Act. 5**

Presentación en PowerPoint con tornillos sinfín y figuras con planos de mecanismos que se construirán en las siguientes páginas.

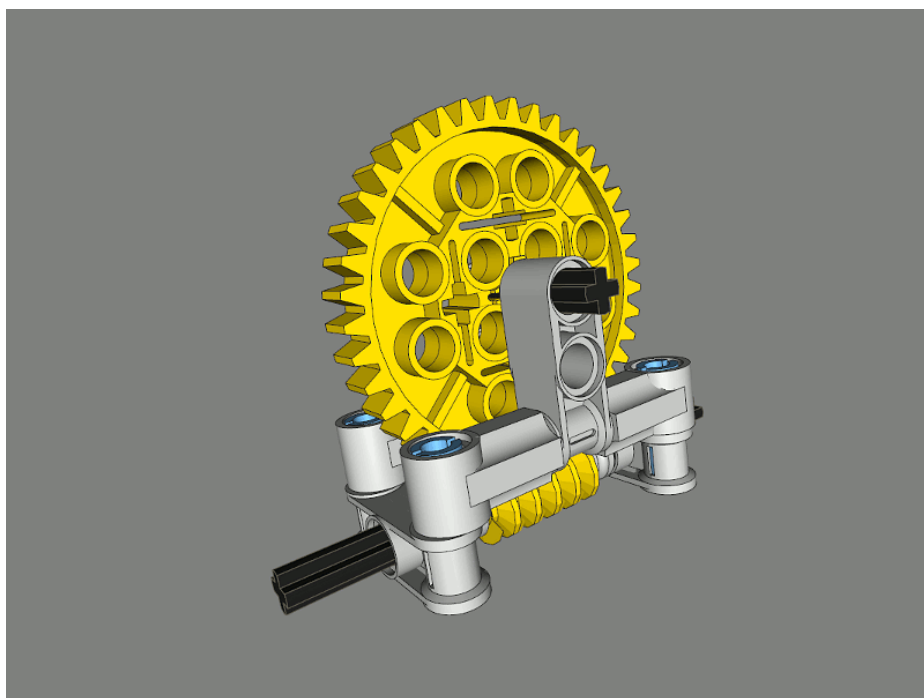
PAUTA DE COTEJO Transmisión de movimiento usando tornillos sinfín.

iveles de logro: 3: Completamente logrado 2: Medianamente logrado 1: No logrado (o muy poco)

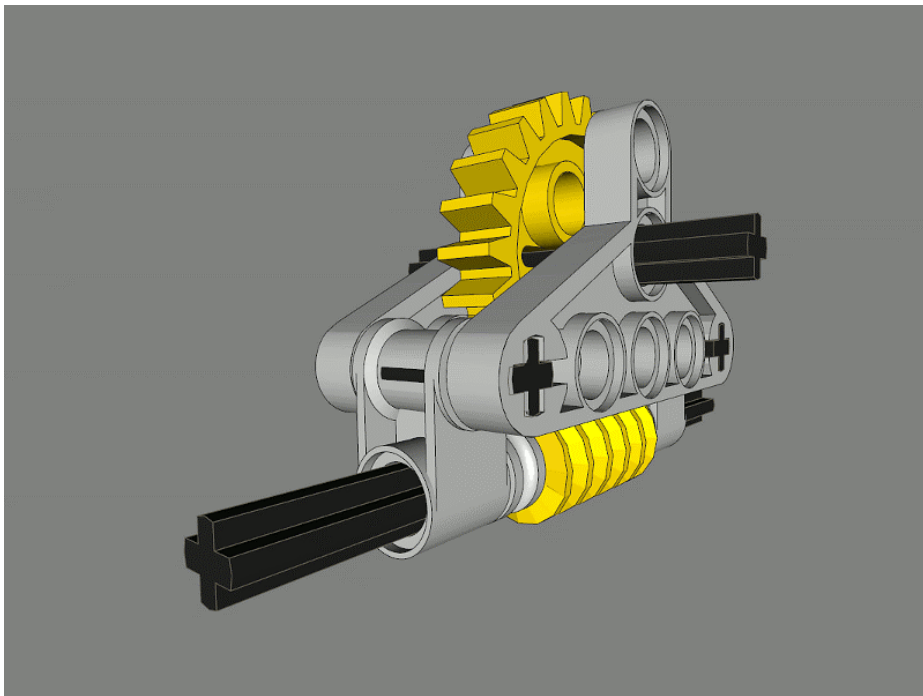
|                 | Grupo 1 |   |   |   | Grupo 2 |   |   |   | Grupo 3 |   |   |    | Grupo 4 |   |   |   | Grupo 5 |   |   |   | Grupo 6 |   |   |   | Grupo 7 |   |   |   | Grupo 8 |   |   |   |
|-----------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|----|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|
|                 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4  | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 |
| Nombre del niño |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
| Indicadores     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |
|                 |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   | </ |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |

Cuadro 5: Evaluación actividad "Tornillo sinfín."

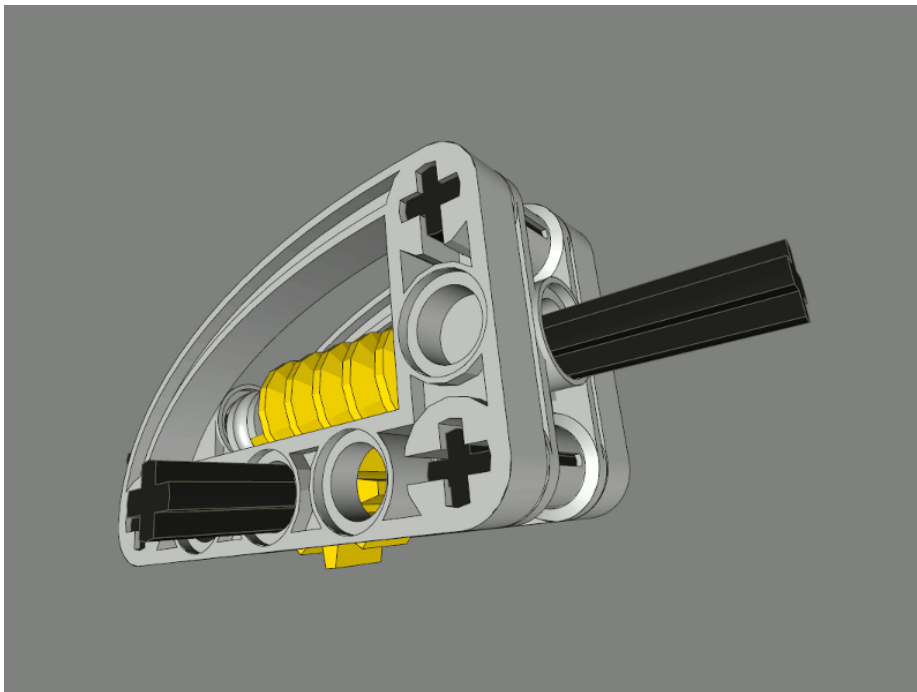




Tornillo sin fin con engranaje de 40 dientes



Tornillo sin fin con engranaje de 24 dientes



Tornillo sin fin con engranaje de 8 dientes

## Actividad 6

### Integración Mecanismos

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Maximiliano Montenegro |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica      |
| <b>Contenido</b>         | Engranajes                   |
| <b>Indicador</b>         |                              |
| <b>Código</b>            |                              |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex     |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.08.08                   |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.08.08                   |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Maximiliano Montenegro |

#### Habilidades

Act. 6

1. Visual–espacial
2. Lógico matemática
3. Integrar el uso de varios engranajes en una misma estructura.

#### Contenidos

Act. 6

1. Engranajes.
2. Transmisión de movimiento rotatorio usando engranajes.
3. Cambio de dirección de giro usando engranajes.
4. Integración de los diferentes engranajes y mecanismos aprendidos en los talleres.

#### Materiales

Act. 6

- Una caja base de legos por grupo.

- Una bandeja por grupo.
- Una caja de piezas móviles.

## Objetivos

Act. 6

- Construir mecanismos que tengan movimiento básico de giro usando engranajes.
- Identificar las características de funcionamiento de engranajes como transmisores de giro que reducen o amplifican la velocidad, e inversamente, que amplifican o reducen el torque en el eje de salida.
- Identificar y usar las piezas necesarias para crear estructuras que puedan moverse en torno a un eje usando engranajes.
- Integración entre los diferentes engranajes en una sola estructura

## Motivación

Act. 6

A lo largo del taller hemos aprendido cómo utilizar los engranajes y piezas especiales de Lego para construir mecanismos con movimiento. ¿Quién me puede contar lo que hemos hecho?

(La profesora dirige la conversación para que los niños recuerden la mayoría de las actividades)

¡Muy bien niños! Y ahora, ¿quién me puede explicar para qué sirven los engranajes?

(La profesora dirige la conversación para que los niños identifiquen lo que aprendieron en cada actividad)

En efecto, hemos aprendido que los engranajes tienen al menos 3 funciones:

1. **Transmitir el movimiento de giro:** uniendo un engranaje con otro se puede hacer girar varias ruedas
2. **Cambiar el sentido de giro:** cuando uníamos un engranaje a otro, las ruedas giraban en sentido contrario.
3. **Cambiar la dirección de giro:** con la ayuda de los engranajes cónicos podíamos hacer que un giro horizontal se convirtiera en un giro vertical

En la sesión de hoy vamos a construir un mecanismo que va a resumir todo lo que hemos aprendido durante el taller. ¿Quién sabe qué es un juguete a cuerda? ¿cómo funciona un juguete a cuerda?

(La profesora recoge alguna de las respuesta de los niños para generar una imagen común de un juguete a cuerda) Un juguete a cuerda es simplemente un juguete en que uno giraba una pequeña manivela para hacer funcionar el juguete. En la sesión de hoy les voy a enseñar cómo hacer el mecanismo básico de un juguete a cuerda y Uds van a tener que crear su propio juguete a cuerda. ¿Que juguete podrían construir? ¿Una nave espacial que mueve sus hélices? ¿dos monitos bailando? ¡Vamos, usen su imaginación!

#### Guión

#### Act. 6

1. La profesora explicará que en esta actividad cada grupo se subdividirá en 2 grupos de 2 niños y cada subgrupo hará un juguete diferente.
2. La profesora repartirá las instrucciones del mecanismo.

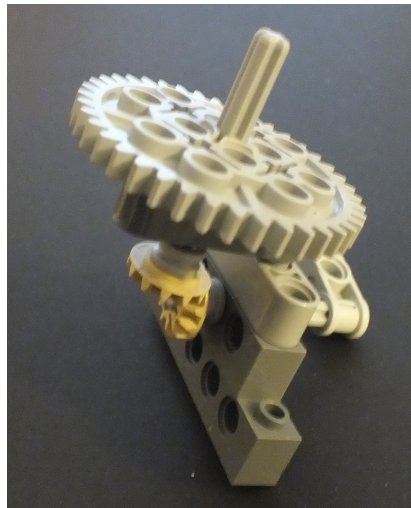


Figura 10: Mecanismo básico para construir el juguete a cuerda.

3. Cada niño en cada subgrupo va a construir una parte del mecanismo del juguete a cuerda que luego unirán.
4. Después tendrán que ponerse de acuerdo qué juguete quieren armar. La profesora debe insistir en que deben dividirse las tareas.
5. Los niños tendrán un periodo para armar sus mecanismos (duración de 30 minutos).
6. Se invitará a los niños a que pasen adelante y expliquen su juguete. Una buena idea es sacarle fotos a las creaciones para luego hacer un álbum al final del taller

### Preguntas Claves

Act. 6

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿Es posible unir los dos juguetes en cada grupo para hacer uno más grande?
- ¿Cuántos engranajes tiene tú juguete?
- ¿Para qué sirve cada engranaje en tu juguete?
- ¿Se te ocurre otra forma de haber colocado los engranajes?
- ¿Usaron todas las piezas de la caja?

### Evaluación

Act. 6

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. Construcción de un mecanismo donde haya más de dos engranajes con distintas funciones.
2. identifica la función de cada engranaje incluido en el mecanismo.
3. Originalidad del mecanismo.
4. Explicación correcta de su funcionamiento.
5. División de tareas dentro del grupo.

### Observaciones

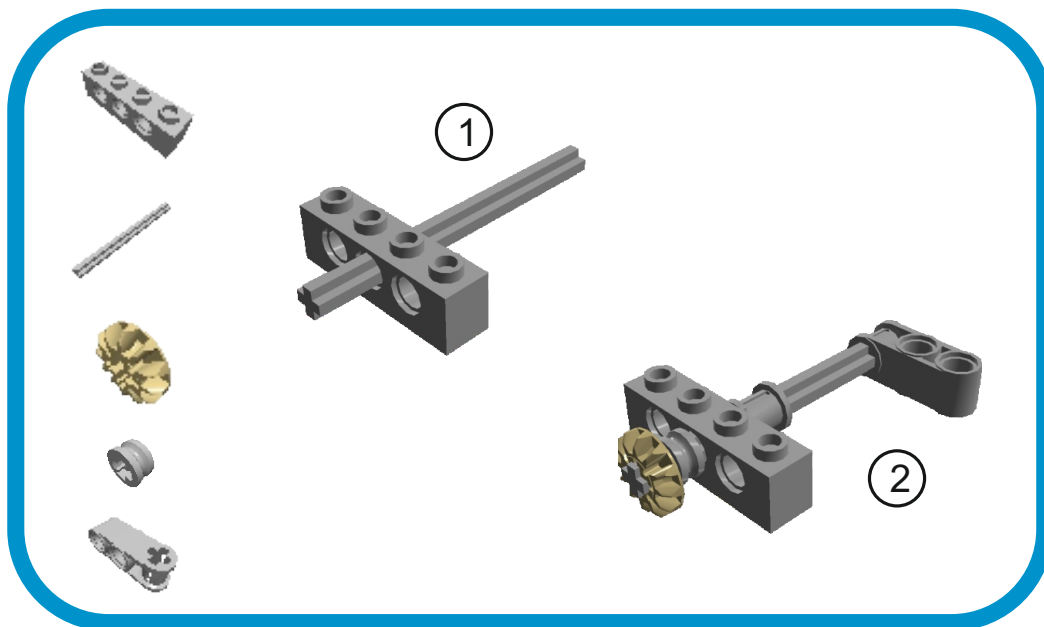
Act. 6

Ninguna.

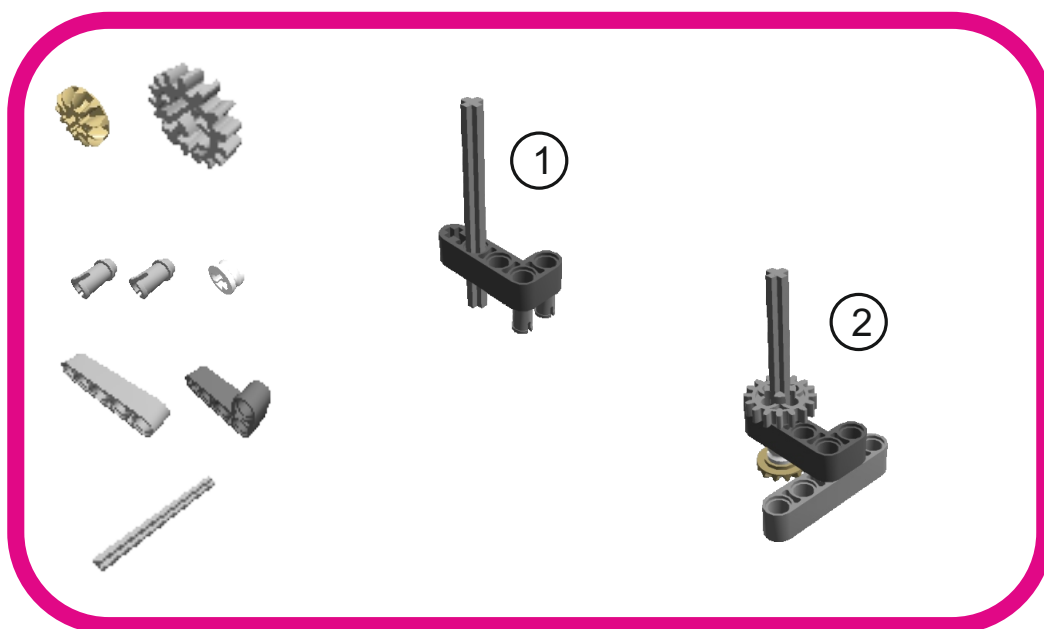
### Material Extra

Act. 6

## Niño 1



## Niño 2



Unir ambas piezas de manera que los engranajes cónicos se toquen



## Actividad 7

### El baile de los pajaritos

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Maximiliano Montenegro |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica      |
| <b>Contenido</b>         | Software WeDo                |
| <b>Indicador</b>         |                              |
| <b>Código</b>            |                              |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex     |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.08.12                   |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.08.12                   |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Maximiliano Montenegro |

#### Habilidades

Act. 7

1. Visual-espacial
2. Lógico matemática
3. Programar secuencia de acciones

#### Contenidos

Act. 7

1. Programación.
2. Identificar elementos del software WeDo
3. Uso de los botones de *Comenzar* y *Detener*
4. Uso de los iconos de motor y de sonido
5. Sentido de giro.

## Materiales

Act. 7

- Una caja base de legos por grupo.
- Un caja WeDo por grupo.
- Una bandeja por grupo.
- Una caja de piezas móviles.
- Un PC por cada dos niños.
- Mecanismo WeDo de la actividad 1 del paquete de actividades (pajaritos).

## Objetivos

Act. 7

- Introducir el set WeDo y su software.
- Usar los botones de *Comenzar* y *Detener*.
- Usar los iconos de motor y de sonido.
- Generar secuencias de programación simples.
- Probar secuencias de programación simples.

## Motivación

Act. 7

Niños, hasta ahora hemos aprendido a hacer máquinas con distintos tipos de movimiento utilizando engranajes. Sin embargo, nosotros las hacíamos funcionar al mover las manivelas.

- ¿Será posible hacer una máquina que se mueva sola? ¿Qué se necesita para que se mueva? (captar ideas hasta que alguien mencione motor)
- ¿Qué necesita un motor para que funcione? (captar ideas hasta que hablen de pilas u otras formas de alimentar un motor)

Ahora les invito a ver un vídeo de un par de pajaritos que querían bailar juntos pero no podían (mostrar PPT con el vídeo)

1. La profesora explicará que en esta actividad vamos a ir a la sala de computación para realizar el taller. Explicará las reglas de comportamiento en la sala de computación que debe incluir entre otras cosas:
  - a) Se sentarán en grupos de a 2 niños por computador
  - b) En cada grupo, los niños se van a alternar para hacer cada actividad.
  - c) Una vez que terminen una actividad deben levantar la mano en silencio para avisar que ya terminaron.
  - d) La profesora irá grupo por grupo conectando los pajaritos para que cada grupo pruebe su secuencia.
  - e) Sólo los grupos ordenados van a poder probar las secuencias que se realicen en el computador

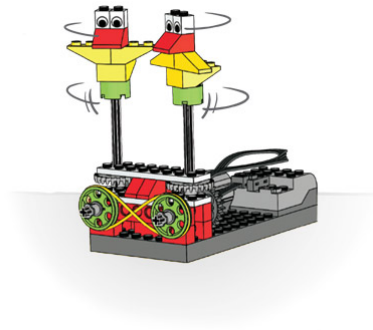


Figura 11: Mecanismo de dos pajaritos girando sincronizadamente.

2. Los niños se van a sentar de a dos frente a cada computador.
3. Cada niño en cada subgrupo va a construir una secuencia, de no más de 3 acciones al inicio.
4. Van a esperar pacientemente su turno para probarla utilizando la máquina de la profesora.
5. Una vez que los dos niños del grupo han probado su secuencia, se les motivará con pequeños desafíos para que hagan secuencias con todos los iconos que se muestren en clases. Algunas propuestas:

- a) ¿pueden hacer que los pajaritos giren hacia un lado primero y después hacia el otro lado?
  - b) ¿Pueden hacer que los pajaritos giren, esperen un momento, y vuelvan a girar?
  - c) ¿Pueden hacer que los pajaritos giren y luego produzcan un sonido?
  - d) ¿Pueden hacer que los pajaritos giren lento, paren y luego giren más rápido?
  - e) ¿Pueden hacer que los pajaritos giren, produzcan un sonido, giren en sentido contrario, produzcan otro sonido?
6. Motivarlos para la próxima clase donde van a construir una máquina propia que se mueva.

### Preguntas Claves

Act. 7

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿Siempre los pajaritos hacen lo que queremos?
- ¿Cuál es el problema más común que nos enfrentamos?
- ¿Alguien descubrió una acción entretenida?
- ¿Qué acciones les gustaría hacer pero que no se pueden hacer?

### Evaluación

Act. 7

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

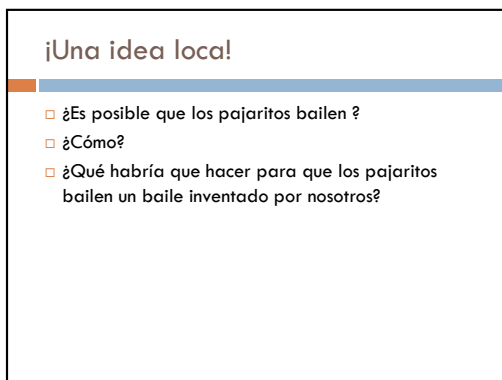
1. Construcción de un secuencia donde haya más de tres acciones con distintas funciones.
2. Identifica la función de cada icono incluido en la secuencia.
3. Originalidad de la secuencia.
4. Explicación correcta de su funcionamiento.
5. Respeto a los turnos de uso.

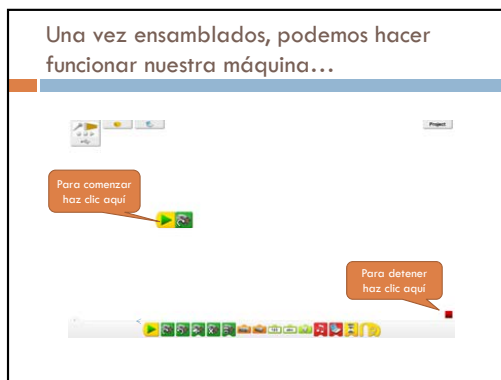
### Observaciones

Act. 7

Ninguna.



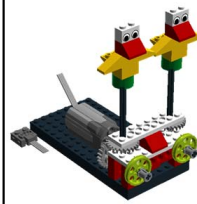




### ¿Para qué sirven?

| Ícono                                                                             | Función         | Ícono                                                                             | Función         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | Girar derecha   |  | Comenzar        |
|  | Girar izquierda |  | Sonido          |
|  | Velocidad motor |  | Detener         |
|  | Detener motor   |  | Guardar y salir |
|  | Esperar         |                                                                                   |                 |

### A trabajar!



- Cada niño del grupo inventa una secuencia con no más de 3 acciones
- Avisenle a la profesora que terminaron
- Esperen su turno
- La profesora va a circular con los pajaritos y por turnos lo va a conectar a sus PCs para que puedan probar sus secuencias

### ¡Hazlos bailar!



- Ahora inventen otras secuencias más complejas y esperen su turno para verlas funcionar.



## Actividad 8

### Robbie el robot y la grúa poderosa (engranajes automáticos)

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Miguel Torres      |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica  |
| <b>Contenido</b>         | Software WeDo            |
| <b>Indicador</b>         |                          |
| <b>Código</b>            |                          |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.09.03               |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.09.03               |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Miguel Torres      |

#### Habilidades

Act. 8

1. Visual-espacial
2. Lógico matemática
3. Automatizar el funcionamiento de engranajes

#### Contenidos

Act. 8

1. Uso del motor y construcción de mecanismos con engranajes y tornillo sinfín WeDo.
2. Programación de acciones de giro (tiempo/dirección).
3. Conteo de vueltas: reducción/amplificación.
4. Fuerza y capacidad de carga.

## Materiales

Act. 8

- Una caja WeDo base por grupo.
- Una caja WeDo de piezas extra por grupo.
- Una bandeja por grupo.
- Un PC por cada dos niños.

## Objetivos

Act. 8

- Introducir la construcción de engranajes e integración de motores usando el kit Lego WeDo y su software.
- Usar las funciones de girar por un cierto tiempo, girar en un sentido, girar a una cierta velocidad.
- Comparar las velocidad de giro/dirección de cada mecanismo con engranajes y tornillo sinfín.
- Comparar la fuerza (capacidad de carga) que cada mecanismo es capaz de ejercer.
- Usar los íconos de tiempo, velocidad, y dirección de giro del motor.
- Automatizar la operación de una grúa simple.

## Motivación

Act. 8

Nuestro amigo Robbie el robot necesita levantar una carga pesada hasta el techo de un edificio, ¿Qué máquina le serviría para realizar esta tarea? Una escalera o un ascensor podrían ser una opción, pero la carga es extremadamente pesada y no cabe en un ascensor... ¿qué les parece si construimos una grúa?... pero esta grúa no es una grúa cualquiera debe ser rápida, fuerte y automática, porque a Robbie le gustan las grúas poderosas.

Una vez que los niños han dado algunas ideas, presentar la figura de Robbie el robot con la grúa (fig. 12).

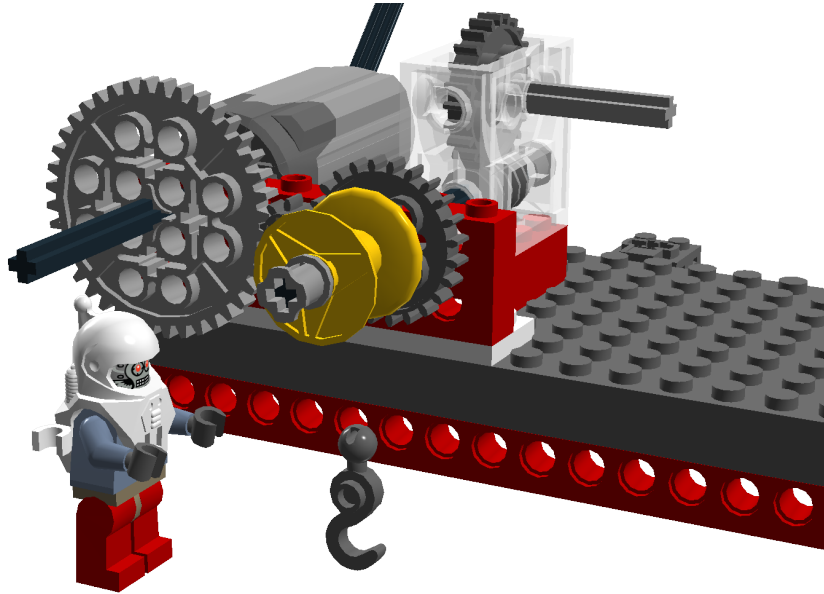


Figura 12: Robbie el robot y la grúa poderosa.

- ¿Qué significa (grúa o máquina) automática? ¿Será que la movemos nosotros usando manivelas? Automática quiere decir que se mueve sola, sin mayor intervención de una persona.
- ¿Cómo podemos hacer que la grúa se mueva sola? (captar ideas hasta que alguien mencione motor, y luego recordarles la actividad con el motor de la clase pasada)
- ¿Qué necesita un motor para que funcione? (captar ideas hasta que hablen de pilas u otras formas de alimentar un motor, recordando lo aprendido la clase anterior)
- ¿Qué elementos adicionales se requieren para que la grúa funcione?

#### Guión

#### Act. 8

1. La profesora explicará que en esta actividad vamos a ir a la sala de computación para realizar el taller. Explicará las reglas de comportamiento en la sala de computación que debe incluir entre otras cosas:

- a) Cuatro niños compartirán un kit Lego WeDo base y el set de extensión. En el kit existen dos bases, dos niños trabajaran juntos con una base, y otros dos con la otra.
  - b) Se sentarán en grupos de a dos niños por computador.
  - c) Dos niños construirán una parte del mecanismo que mostrará en la sala (Grúa con Engranajes de la fig. 13, y dos niños construirán otra parte fig. 15. Estos mecanimos se mostrarán en una presentación en PowerPoint y se revisarán en Lego Digital Designer.
  - d) Imprima una hoja de instrucciones de armado de la Grúa con Engranajes por grupo de dos alumnos para la mitad de la clase. Imprima una hoja de instrucciones de armado de la Grúa con Sinfín por grupo de dos alumnos para la otra mitad de la clase.
  - e) Imprima una rúbrica de evaluación por cada alumno de la clase.
  - f) En cada grupo de dos alumnos, los niños se van a alternar para hacer cada actividad.
  - g) Una vez que terminen una actividad deben levantar la mano en silencio para avisar que ya terminaron.
  - h) La profesora irá grupo por grupo conectando los motores para que cada grupo pruebe su mecanismo y programa.
  - i) Hacia el final de la clase integre ambos mecanismos en uno solo y compara su funcionamiento como se muestra en la fig. 16.
  - j) Sólo los grupos ordenados van a poder probar las secuencias que se realicen en el computador, por lo que deberán esperar pacientemente su turno para poder colocar el motor y probar la grúa.
2. Una vez que los dos niños del grupo han construido sus mecanismos, se les motivará con pequeños desafíos. Algunas propuestas:
    - a) ¿cómo hacemos que la grúa baje el gancho?
    - b) ¿cómo hacemos que la grúa suba el gancho?
    - c) ¿cómo hacemos que la grúa suba o baje un poco y pare?
    - d) ¿cómo hacemos que la grúa suba o baje más lento o más rápido?
    - e) ¿cómo hacemos que la levante más peso?
  3. Motivarlos para la próximas clases explicándoles que construirán máquinas cada vez más interesantes, con más piezas, pero es importante primero aprender con una más sencilla. Si no trabajan en orden y con atención no podrán aprender y participar en la actividades siguientes porque no entenderán como se construyen las máquinas y se hacen los programas.

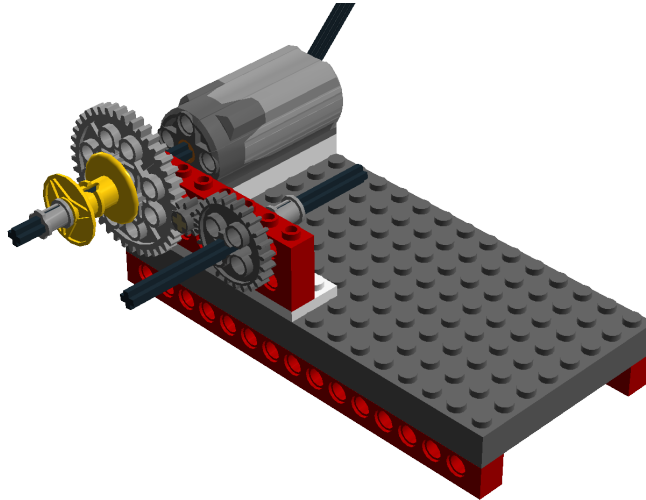


Figura 13: Grúa con cabrestante en el motor.

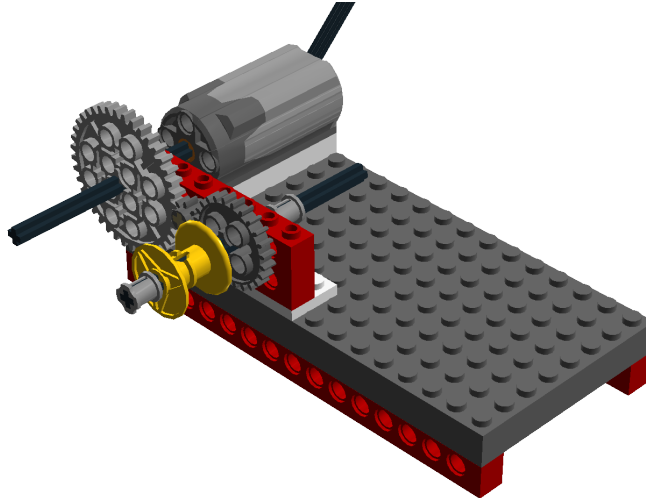


Figura 14: Grúa con cabrestante en el sistema de engranajes.

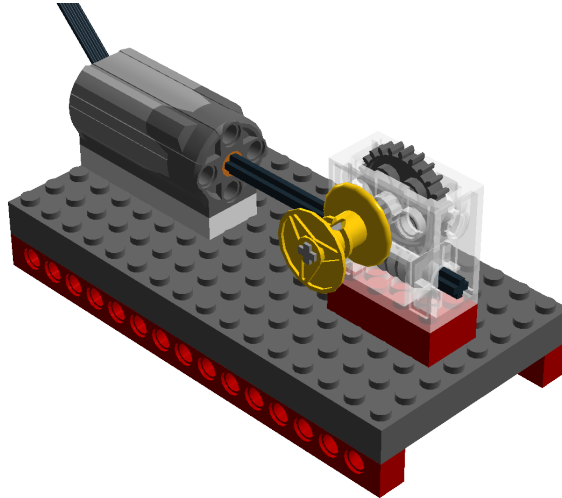


Figura 15: Grúa con cabrestante en el sinfín.

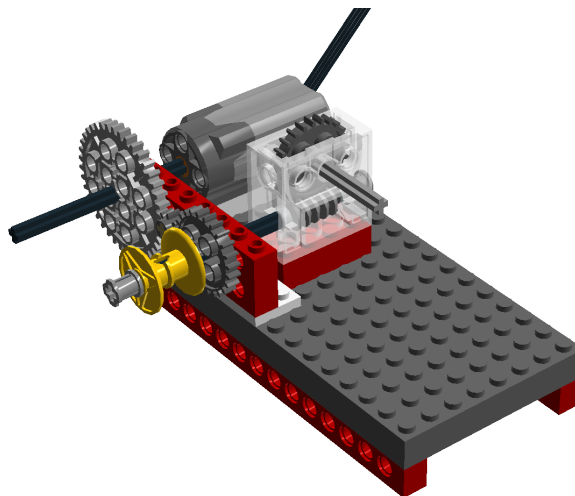


Figura 16: Grúa con cabrestante en reductor combinado con el sinfín.

## Preguntas Claves

Act. 8

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿qué ocurre si se selecciona el icono de sentido de giro del motor?
- ¿qué ocurre si se agrega un motor con reloj de arena?
- ¿qué ocurre si se en vez del motor con reloj se agrega a continuación un reloj y luego un motor con símbolo de detención?
- ¿qué ocurre si se antes del motor se agrega un motor con símbolo de velocímetro? ¿qué ocurre cuando ejecuta el programa con un número menor bajo el símbolo de motor con velocímetro?
- ¿qué ocurre cuando cambia de posición el *cabrestante* y lo coloca en otro eje? ¿gira más rápido o lento? ¿en qué eje puede levantar más carga? ¿existe un límite en la carga para la cual el motor no es capaz de hacerla subir? Explique que el cabrestante es el carrete que tiene enrollada la cuerda atada al gancho. No es necesario explicar, que el cabrestante es también llamado *winche* por su nombre en inglés *winch* o tecla, aunque este último normalmente se refiere a un dispositivo de grúa con cadena que es distinto. Estas explicaciones pueden darse solo si hay niños que expresan conocer el dispositivo con estos otros nombres.
- ¿puede controlar la dirección de giro usando teclas?

## Evaluación

Act. 8

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. Construye un mecanismo motorizado con engranajes o tornillo sinfín.
2. Identifica y usa correctamente el ícono de sentido de giro.
3. Identifica y usa correctamente el ícono de motor con temporizador (reloj de arena) incluido.
4. Identifica y usa correctamente la combinación de ícono de motor, junto con el de espera y detención.
5. Identifica y usa correctamente el ícono de cambio de velocidad al motor.
6. Cuenta cuantas vueltas o tiempo debe colocar al motor para que baje o suba completamente.

7. Identifica el eje que tiene mayor capacidad de carga colocando más o menos pesos, por ejemplo, manojos con distinto número de llaves.
8. Programa el mecanismo para ser comandado mediante el uso de una tecla u otra generando cambio en el sentido de giro.

Utilice la rúbrica de evaluación al final de esta actividad (imprima una hoja de respuestas para cada alumno).

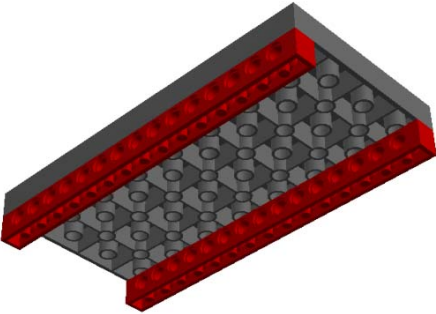
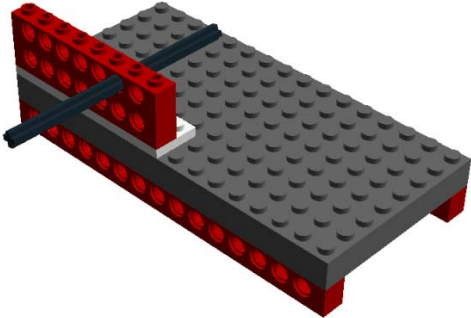
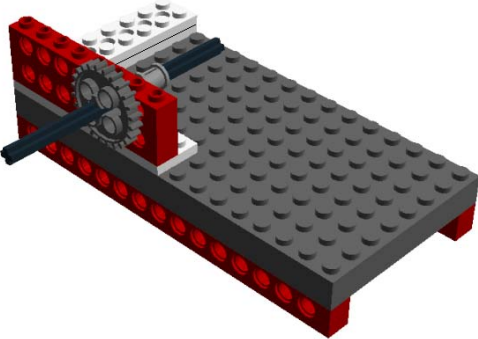
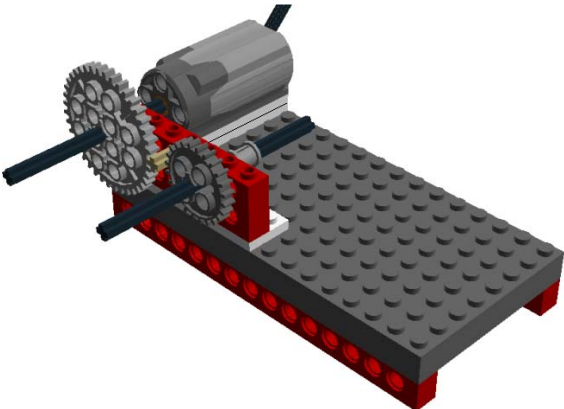
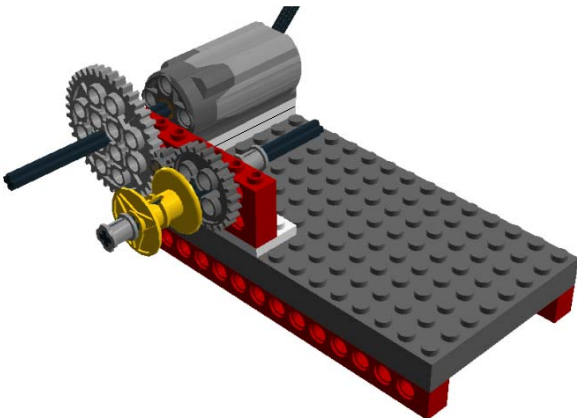
|                      |               |
|----------------------|---------------|
| <b>Observaciones</b> | <b>Act. 8</b> |
|----------------------|---------------|

Ninguna.

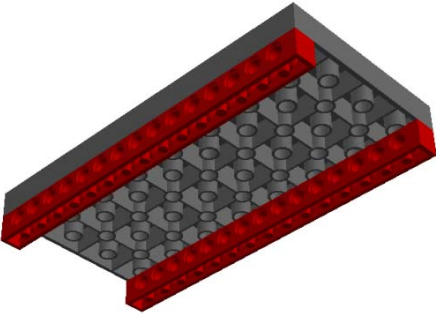
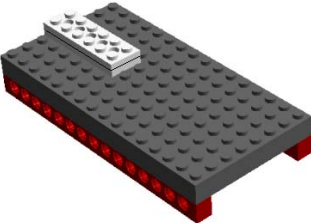
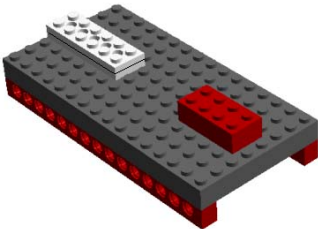
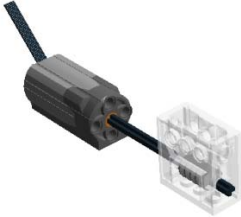
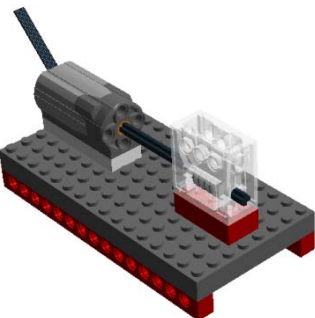
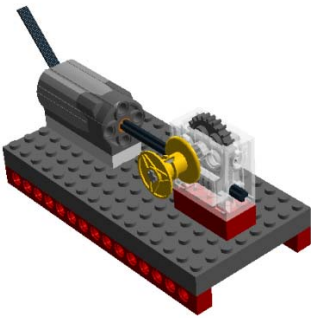
|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| <b>Material Extra</b> | <b>Act. 8</b> |
|-----------------------|---------------|



# Mecanismo Grúa con Engranajes

|                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |   |
| <p>Paso 1</p>                                                                       | <p>Paso 2</p>                                                                       |
|   |  |
| <p>Paso 3</p>                                                                       | <p>Paso 4</p>                                                                       |
|  |                                                                                     |
| <p>Paso 5</p>                                                                       |                                                                                     |

# Mecanismo Grúa con Sinfín

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |
| <p>Paso 1</p>                                                                       | <p>Paso 2</p>                                                                        |
|   |   |
| <p>Paso 3</p>                                                                       | <p>Paso 4</p>                                                                        |
|  |  |
| <p>Paso 5</p>                                                                       | <p>Paso 6</p>                                                                        |

Imprima una copia por grupo de cuatro alumnos de la fig. 17, la cual muestra el mecanismo que integra los engranajes de la fig. 13 con el tornillo sinfín de la fig. 15.

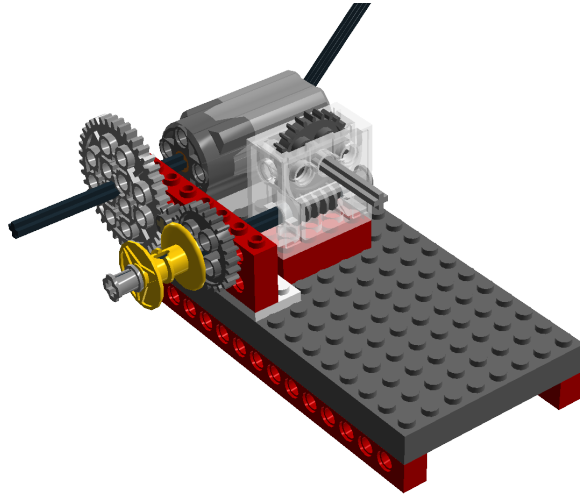
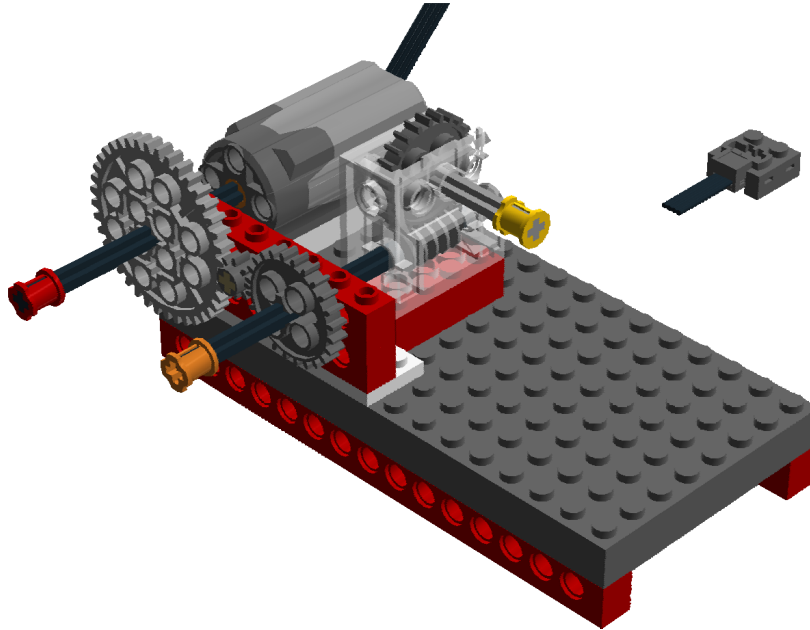


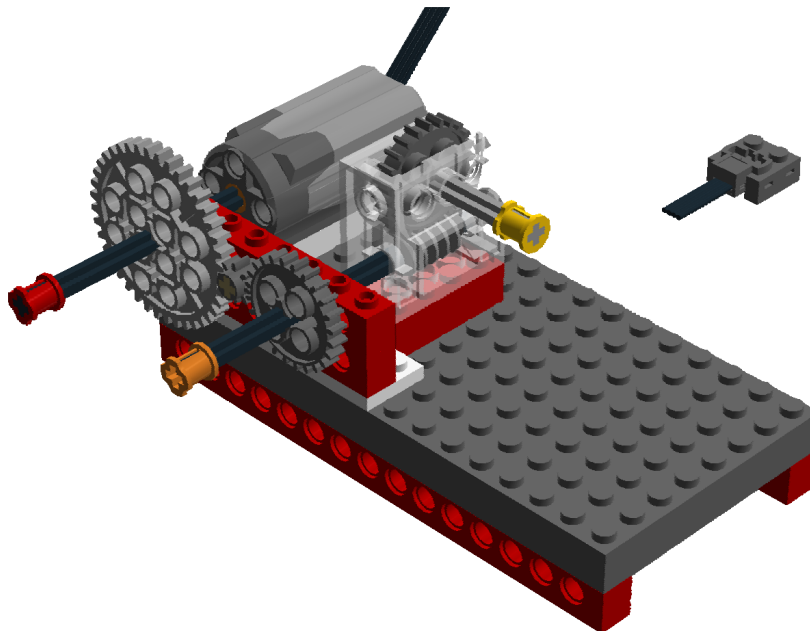
Figura 17: Grúa con cabrestante en reductor combinado con el sinfín.

## Rúbrica de Evaluación - Mecanismo Grúa con Engranajes

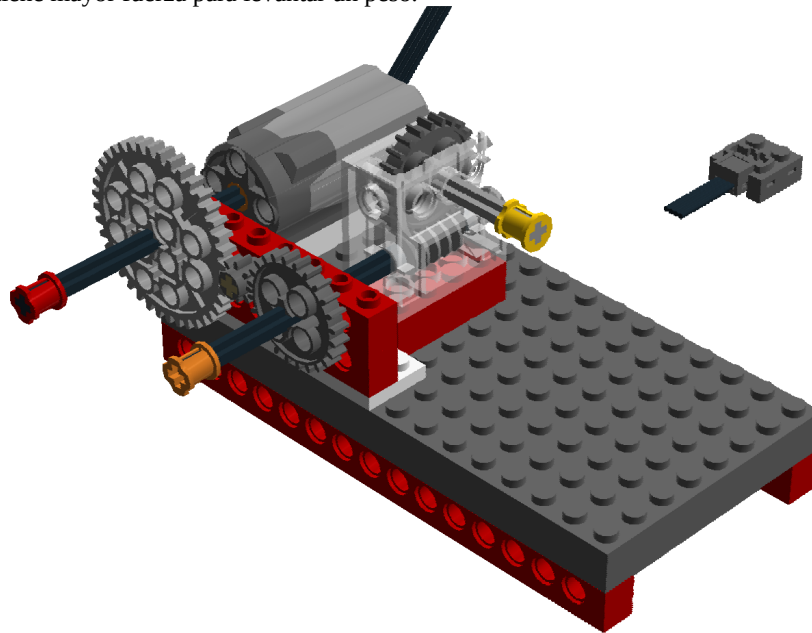
1. Circule el eje gira más rápido.



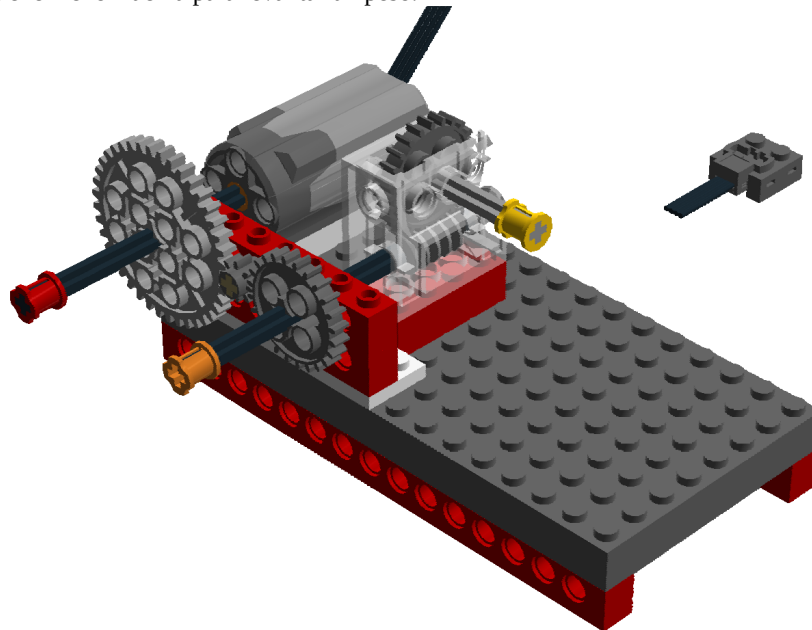
2. Circule el eje gira más lento.



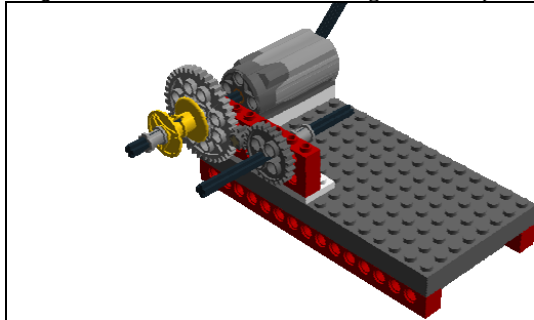
3. Circule el eje que tiene mayor fuerza para levantar un peso.



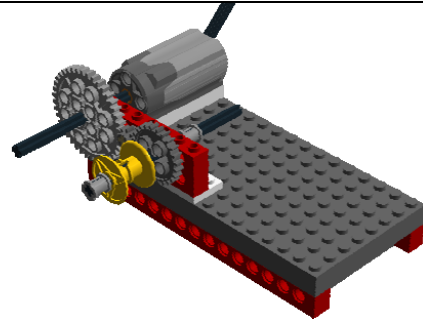
4. Circule el eje que tiene menor fuerza para levantar un peso.



5. ¿Cuál de estos dos cabrestantes gira más rápido?

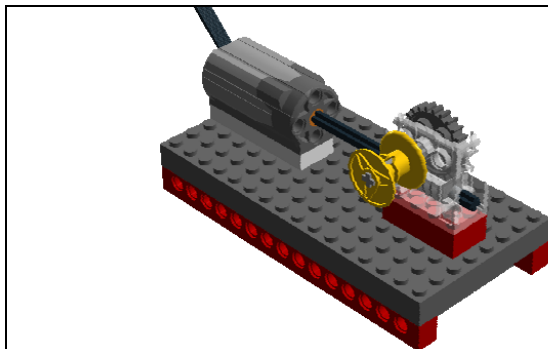


(a)

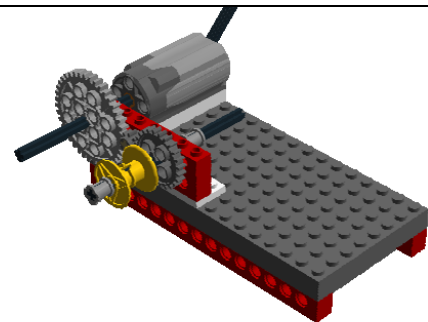


(b)

6. ¿Cuál de estos dos levanta más peso?

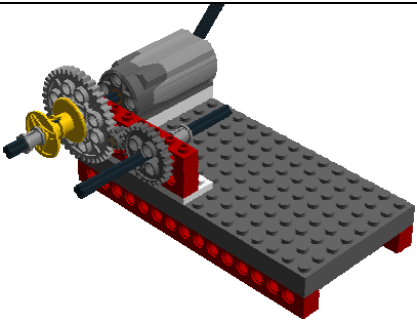
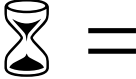


(a)

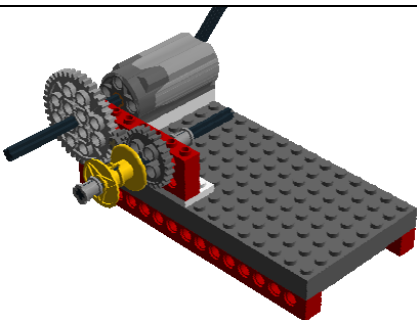
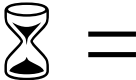


(b)

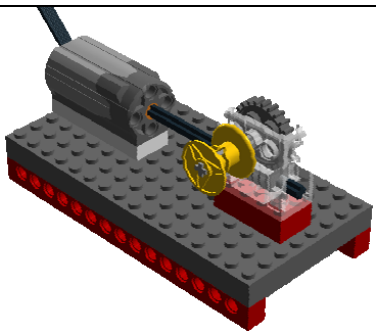
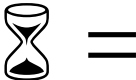
7. ¿Cuántas vueltas/tiempo del reloj gira este cabrestante para levantar la carga desde abajo hasta enrollar toda la cuerda?

|                                                                                   |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

8. ¿Cuántas vueltas/tiempo del reloj gira este cabrestante para levantar la carga desde abajo hasta enrollar toda la cuerda?

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

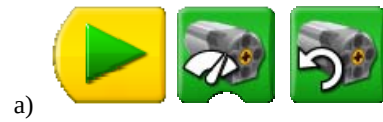
9. ¿Cuántas vueltas/tiempo del reloj gira este cabrestante para levantar la carga desde abajo hasta enrollar toda la cuerda?

|                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

9. ¿Cuál tiene el orden correcto para que el motor gire 123 segundos?



10. ¿Cuál tiene el orden correcto para que el motor gire rápido sin detenerse?





11. ¿Cuál de los siguientes hace que el motor gire rápido hacia la derecha por 10 segundos y luego lento por 5 segundos?

- a)   123   123  123  123
- b)   10   10  10  5
- c)   2   10  10  5
- d)   10   5  3  10

12. ¿Cuál de los siguientes programas hace que el motor gire a la derecha cuando se presiona “D” y hacia la izquierda cuando se presiona “I”?

- a)    
- b)    
- c)    
- d)    

## Actividad 9

### La Catapulta

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Lorena Céspedes    |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica  |
| <b>Contenido</b>         | Software WeDo            |
| <b>Indicador</b>         |                          |
| <b>Código</b>            |                          |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.09.24               |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.09.24               |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Lorena Céspedes    |

#### Habilidades

Act. 9

1. Visual-espacial
2. Lógico matemática
3. Secuencias lógicas.

#### Contenidos

Act. 9

1. Sentido de giro del motor.
2. Tiempo de funcionamiento de motor en determinada dirección.
3. Uso de bloque espera.
4. Concepto de bucle asociado a repetición de instrucciones.

#### Materiales

Act. 9

- Una catapulta construida con caja base WeDo y caja adicional.

- Una bandeja por grupo.
- Tres pelotitas de plumavit de 3cm de diámetro por grupo.
- Un PC por cada dos niños.
- Pc con proyector para presentación.

### Objetivos

Act. 9

- Reconocer diferencia en sentido de giro del motor asociado a dirección derecha - izquierda en bloque de programación.
- Determinar tiempos necesarios a programar para giro específico del motor (determinado número de grados).
- Asociar bloque de programación espera a un tiempo de espera en la acción del programa.
- Realizar secuencia de instrucciones reconociendo secuencia de acciones a realizar por mecanismo.
- Reconocer bucle como elemento de repetición dentro de un programa.
- Ejecutar movimiento de repetición de catapulta lanzando varias cargas.

### Motivación

Act. 9

¿Qué deporte les gusta hacer? ¿Les gusta jugar a la pelota? y Si hacemos competencias de lanzamiento de una pelota, ¿quién creen que la lanzaría más lejos? ¿cómo hacemos para lanzar una pelota? ¿qué parte de nuestro cuerpo usamos? Desde hace mucho tiempo el hombre a construido máquinas para poder lanzar objetos muy lejos, y estas máquinas en parte se parecen mucho a nuestros brazos. Las llamamos catapultas y contienen un brazo que puede girar y lanzar un objeto. Nuestro objetivo de hoy será poder hacer funcionar automaticamente una catapulta.

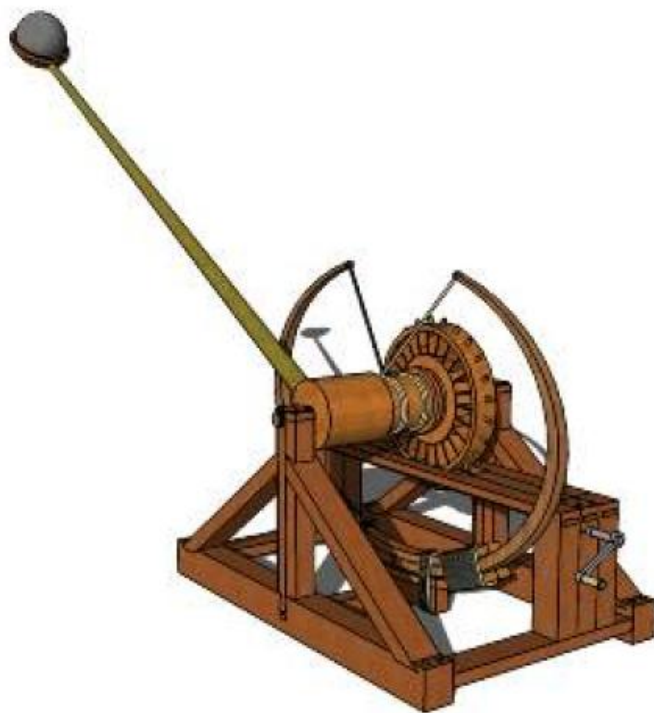


Figura 18: Catapulta de Da Vinci

#### Guión

#### Act. 9

1. La profesora iniciará la clase realizando la motivación y conversando con los alumnos sobre las formas de lanzar objetos, luego mostrará presentación en Power point haciendo énfasis en que los niños expliquen los programas dados de ejemplo.
2. La profesora explicará que en esta actividad vamos a trabajar con computadores. Explicará las reglas de comportamiento en la sala. Luego, en parejas realice el programa solicitado en la presentación. (Secuencia de instrucciones) Este programa no lo probarán con un mecanismo, solo lo elaboran como una tarea para reforzar el reconocimiento de tipos de bloques secuencias de instrucciones.

3. Posteriormente se les solicita que en parejas realicen el programa para accionar la catapulta lego. La idea es que primero la catapulta mueva el brazo lanzando la pelotita, luego lo devuelva (giro en sentido contrario) y luego espere para ser recargada nuevamente (colocar segunda pelotita). Es muy importante en esta parte hacerle ver a los niños que la catapulta no puede girar más que la distancia que tiene para hacerlo, o sea no pueden programar el motor para que de muchas vueltas, muy por el contrario el motor debe moverse solo una fracción de vuelta.
4. Una vez que los dos niños del grupo han hecho su programa que lanza una sola pelotita, podrán probarlo por turnos entre dos parejas que usen una misma catapulta. Se les puede motivar con preguntas tales como:
  - a) ¿cómo hacemos que el motor gire el brazo solo un poco?
  - b) ¿cómo hacemos que el motor gire el brazo hacia el otro lado?
  - c) ¿cómo hacemos que el programa y por lo tanto la catapulta espere para tener tiempo de recargar y colocar una pelotita más?
  - d) ¿cómo hacemos que todas estas instrucciones se repitan dos o tres veces?
5. Motivarlos para la próximas clases explicándoles que construirán máquinas cada vez más interesantes, con más piezas, pero es importante primero aprender con una más sencilla. Si no trabajan en orden y con atención no podrán aprender y participar en la actividades siguientes porque no entenderán como se construyen las máquinas y se hacen los programas.

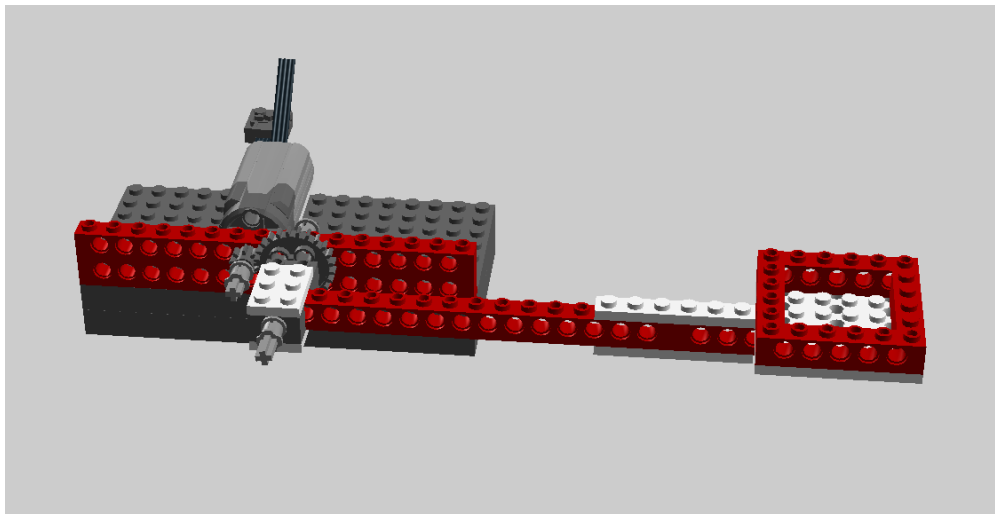


Figura 19: Catapulta Lego

### Preguntas Claves

Act. 9

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿qué ocurre si se selecciona el icono de sentido de giro del motor?
- ¿qué ocurre si se agrega un motor con reloj de arena?
- ¿qué ocurre si se en vez del motor con reloj se agrega a continuación un reloj y luego un motor con símbolo de detención?
- ¿qué ocurre si no colocamos un número abajo del bucle?
- ¿qué ocurre con nuestra catapulta cuando hacemos que el motor gire mucho tiempo?

### Evaluación

Act. 9

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. Identifica y usa correctamente el ícono de sentido de giro.
2. Identifica y usa correctamente el ícono de motor con temporizador (reloj de arena) incluido.
3. Identifica y usa correctamente ícono de espera.
4. Identifica y usa correctamente el ícono de bucle con número de veces.
5. Determina cuánto tiempo debe colocarle al motor para que gire el brazo de la catapulta lo requerido.
6. Logra que el brazo del motor gire hacia un lado y luego hacia el otro.
7. Programa el mecanismo para lanzar tres pelotitas.

### Observaciones

Act. 9

Ninguna.

### Material Extra

Act. 9

## Actividad 10

### El Goleador

|                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Lorena Céspedes              |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica            |
| <b>Contenido</b>         | Construcción sistema mecánico WeDo |
| <b>Indicador</b>         |                                    |
| <b>Código</b>            |                                    |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex           |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.09.24                         |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.09.24                         |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Lorena Céspedes              |

#### Habilidades

Act. 10

1. Visual-espacial
2. Lógico matemática
3. Secuencias lógicas.

#### Contenidos

Act. 10

1. Sentido de giro del motor.
2. Tiempo de funcionamiento de motor en determinada dirección.
3. Uso de bloque espera.
4. Concepto de bucle asociado a repetición de instrucciones.
5. Construcción de sistema mecánico que permita movimiento unido al motor.

## Materiales

Act. 10

- Una caja base WeDo y caja adicional.
- Una bandeja por grupo.
- Tres pelotitas de plumavit de 3cm de diámetro por grupo.
- Un PC por cada dos niños.
- Pc con proyector para presentación.

## Objetivos

Act. 10

- Aplicar en programación diferencia en sentido de giro del motor asociado a dirección derecha - izquierda en bloque de programación.
- Determinar tiempos necesarios a programar para giro específico del motor (determinado número de grados).
- Asociar bloque de programación espera a un tiempo de espera en la acción del programa.
- Realizar secuencia de instrucciones reconociendo secuencia de acciones a realizar por mecanismo.
- Reconocer bucle como elemento de repetición dentro de un programa.
- Construir sistema mecánico que permita lanzamiento de pelotita tipo penal.
- Dependiendo del logro de los objetivos anteriores, utilizar sensor de movimiento para generar acción del motor.

## Motivación

Act. 10

¿Qué deporte les gusta hacer? ¿Les gusta jugar a la pelota? el fútbol siempre ha estado presente en nuestro país, más ahora con un mundial que se acerca, ¿podremos pedirle a nuestro robot que se convierta en un lanzador de penales? ¿Qué diferencia tiene esto con la catapulta que usaste la semana pasada? ¿Qué similitudes tiene?



1. La profesora iniciará la clase realizando la motivación y conversando con los alumnos sobre las formas de lanzar pelotas, luego mostrará presentación en Power point haciendo énfasis en que los niños noten las similitudes y diferencias entre la catapulta y nuestro goleador.
2. La profesora explicará que esta clase construiremos un robot goleador, para ello en parejas construirán su propio "par de piernas" que golpeen una pelotita.
3. Posteriormente se les solicita que en parejas realicen el programa para accionar el goleador. La idea es que nalicen hacia qué lado debe girar el motor, y por cuánto tiempo. Pueden agregarle sonidos, un bucle de repetición y espera para hacer más efectivo su goleador.
4. Una vez que los dos niños del grupo han construido su goleador y hecho su programa podran utilizar el motor para probarlo por turnos. Se les puede motivar con preguntas tales como:
  - a) ¿cómo hacemos que el motor gire para el lado correcto?
  - b) ¿cómo hacemos que el motor gire solo por determinado tiempo?
  - c) ¿cómo hacemos que el programa y por lo tanto el goleador espere para tener tiempo de recargar y colocar una pelotita más?
  - d) ¿cómo hacemos que todas estas instrucciones se repitan dos o tres veces?
5. Si un grupo está suficientemente avanzado, se le puede motivar a usar el sensor de movimiento para detectar cuándo se coloca la pelota. (ver presentación, última diapositiva)
6. Motivarlos para la próximas clases explicándoles que construirán máquinas cada vez más interesantes, con más piezas, pero es importante primero aprender con una más sencilla. Si no trabajan en orden y con atención no podrán aprender y participar en la actividades siguientes porque no entenderán como se construyen las máquinas y se hacen los programas.

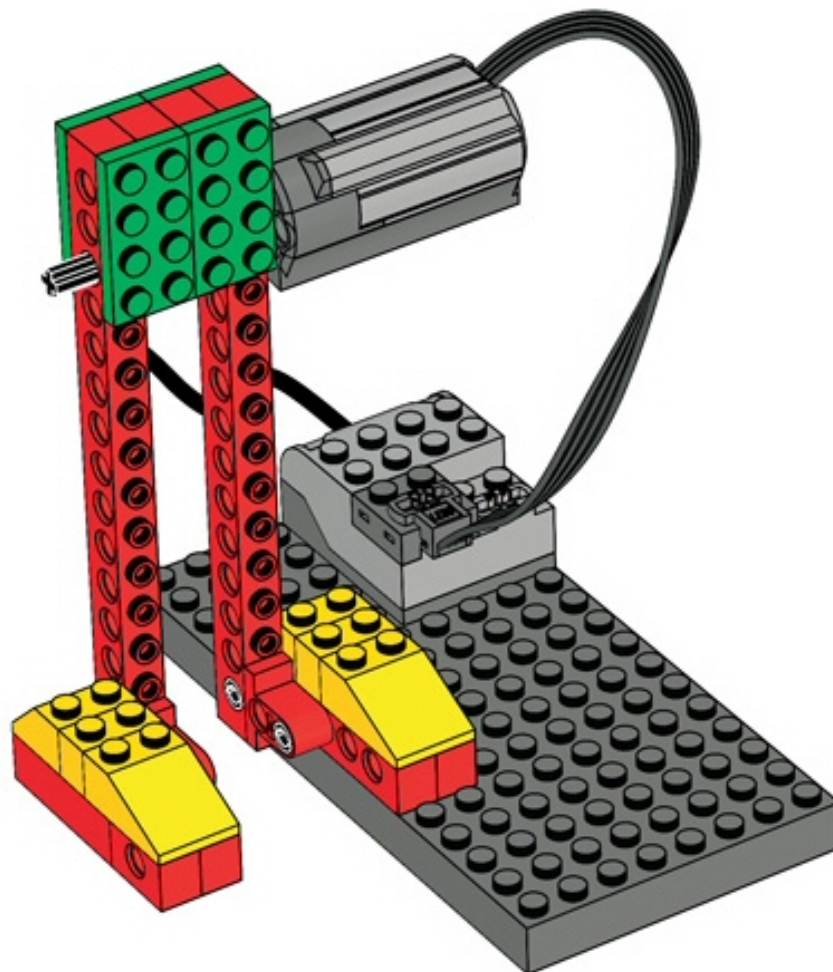


Figura 20: Goleador Lego

#### Preguntas Claves

Act. 10

Además de las preguntas antes mencionadas, utilice también las siguientes preguntas para dirigir la actividad:

- ¿qué pieza debemos colocar para que la pierna logre girar?
- ¿cómo podemos modificar nuestro goleador para que logre pegare más eficientemente a la pelota?
- ¿qué ocurre si en el programa se agrega un motor con reloj de arena?
- ¿cómo le decimos al programa que agregue un espera?
- ¿qué ocurre si no colocamos un número abajo del bucle?
- ¿qué ocurre con nuestro goleador cuando hacemos que el motor gire mucho tiempo?

### Evaluación

Act. 10

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. Construye según modelo entregado.
2. Adapta modelo a necesidad, analizando las mejoras que requiere.
3. Identifica y usa correctamente el ícono de sentido de giro.
4. Identifica y usa correctamente el ícono de motor con temporizador (reloj de arena) incluido.
5. Identifica y usa correctamente ícono de espera.
6. Identifica y usa correctamente el ícono de bucle con número de veces.
7. Determina cuánto tiempo debe colocarle al motor para que gire el brazo de la catapulta lo requerido.
8. Logra que el brazo del motor gire hacia un lado y luego hacia el otro.
9. Programa el mecanismo para lanzar tres pelotitas.

### Observaciones

Act. 10

Ninguna.

### Material Extra

Act. 10

## Actividad 11

### El cocodrilo hambriento

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| <b>Constructor</b>       | Prof. Miguel Torres       |
| <b>Habilidad</b>         | Visual-espacial, lógica   |
| <b>Contenido</b>         | Sensor de Proximidad WeDo |
| <b>Indicador</b>         |                           |
| <b>Código</b>            |                           |
| <b>Archivo</b>           | SeleccionActividades.tex  |
| <b>Fecha de creación</b> | 2013.10.19                |
| <b>Última revisión</b>   | 2013.10.19                |
| <b>Revisor</b>           | Prof. Miguel Torres       |

*En esta actividad los alumnos aprenderán a utilizar un sensor (detector de proximidad), el cual agrega el “sentido de la vista” a un mecanismo motor. Además aprenderán a relacionar el concepto de sistema nervioso (sentidos-cerebro), con el sistema musculoesquelético (cerebro-músculos) que poseen la mayoría de animales y humanos. En términos simples, el sensor es a un sentido como el motor es a un músculo, mientras que el computador es al cerebro en el cual se conectan las funciones perceptuales y motoras. La acción motora voluntaria no se efectúa sin una previa acción perceptora.*



Figura 21: El cocodrilo hambriento.

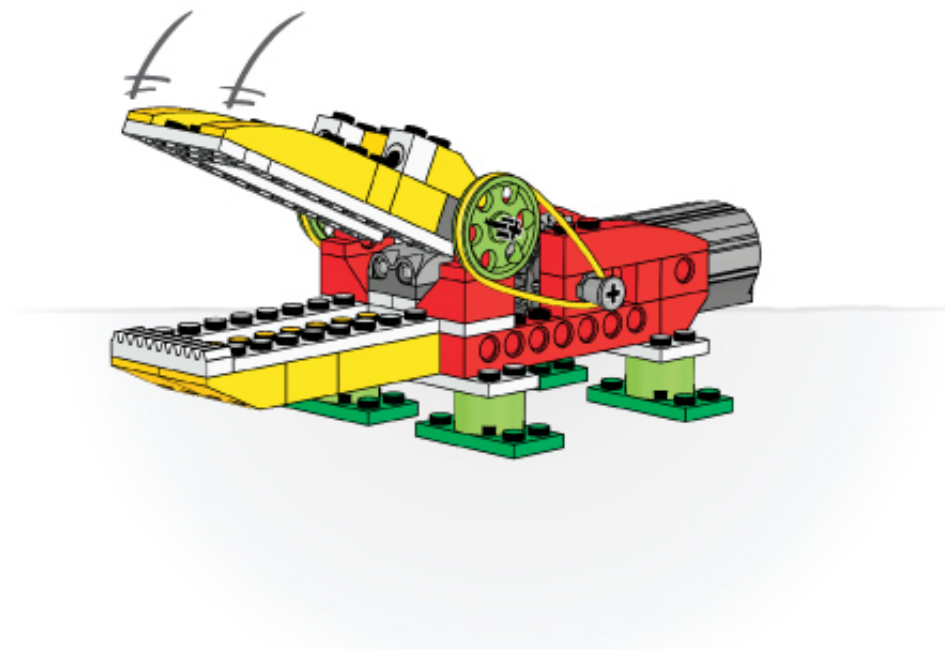


Figura 22: El cocodrilo hambriento construido con Lego WeDo.



Figura 23: El sensor de proximidad y el motor Lego WeDo.

### Habilidades

Act. 11

1. Visual-espacial
2. Lógico matemática
3. Uso de sensores: detector de proximidad

### Contenidos

Act. 11

1. Empleo de sensores de proximidad para modificar la acción del programa. En este caso emplearemos el sensor de la figura 23 y el icono de sensor de proximidad:



2. Comprender la transmisión de movimiento y fuerza a través de una máquina con engranajes tipo corona y engranajes tradicionales de dientes rectos.
3. Uso de poleas y correas como elemento de transmisión de movimiento.
4. Comprender la distancia de operación del sensor de proximidad.

### Materiales

Act. 11

- Una caja WeDo base por grupo.
- Una caja WeDo de piezas extra por grupo.
- Una bandeja por grupo.
- Un PC por cada dos niños.
- Presentación en PowerPoint con instrucciones de la actividad (armado del cocodrilo y programación).

### Objetivos

Act. 11

- Introducir el uso de sensores y su efecto sobre las acciones de los motores y programas, empleando el kit Lego WeDo y su software.

- Usar la función de bucle con condición, en este caso de que exista un elemento próximo al sensor que detecta objetos a una distancia cercana.
- Comprender la transmisión de movimiento y fuerza a través de una máquina y su relación con el sistema nervioso central y el sistema musculoesquelético, así como la integración de las funciones sensoriales del sistema perceptual con las funciones de movimiento del sistema motor.

## Motivación

Act. 11

Empleando la presentación de la actividad, realice las siguientes preguntas a sus alumnos:

- Supongamos que somos cocodrilos. ¿Cómo caminan los cocodrilos?
- ¿Han visto alguna vez unos cocodrilos? ¿Dónde? ¿Qué hacían?
- ¿Son los cocodrilos dinosaurios? ¿Por qué si o por qué no?

Luego de escuchar algunas respuestas, busque una discusión-reflexión sobre el comportamiento de los cocodrilos y su capacidad de permanecer quietos y escondidos *observando* hasta el momento justo para *moverse y actuar* atacando a su presa para poder alimentarse. Es importante destacar que para actuar en el momento correcto, el cocodrilo debe usar sus sentidos, tal como nosotros empleamos nuestros ojos, oídos, tacto, etc. para observar el momento oportuno para cruzar una calle o para pegarle a la pelota cuando hacemos ciertos deportes.

Una vez que los niños hayan dado algunas ideas, muestre el video que forma parte de la presentación y discuta con los alumnos los siguientes aspectos:

- ¿Qué necesitamos para construir un cocodrilo?
- ¿Cómo hacemos que se mueva la boca?
- ¿Cómo hacemos que el cocodrilo sepa que tiene algo en la boca para que la cierre y mastique?
- En esta actividad utilizaremos un *sensor*. Los sensores son como nuestros sentidos (sienten). ¿Saben cuáles son nuestros sentidos? ¿Para qué sirven?
- Usaremos un *sensor de proximidad*, estos sirven para detectar las cosas que están cerca.

1. La profesora explicará que en esta actividad vamos a ir a la sala de computación para realizar el taller. Explicará las reglas de comportamiento en la sala de computación que debe incluir entre otras cosas:
  - a) Cuatro niños compartirán un kit Lego WeDo base.
  - b) Cada grupo de cuatro niños empleará dos computadores, dos niños emplearán uno, y los otros dos niños el otro computador.
  - c) **Si el curso dispone de 90-120 minutos, los cuatro niños armarán el cocodrilo según los pasos de la presentación. Si el tiempo que disponen es inferior a 60 minutos, la profesora y auxiliares deberán construir los cocodrilos con anterioridad para concentrarse en el uso del sensor.**
  - d) Imprima una rúbrica de evaluación por cada alumno de la clase.
  - e) En cada grupo de dos alumnos, los niños se van a alternar para hacer cada actividad.
  - f) Una vez que terminen una actividad deben levantar la mano en silencio para avisar que ya terminaron.
  - g) La profesora irá grupo por grupo conectando el cocodrilo para que cada grupo pruebe su mecanismo y programa. *Sólo los grupos ordenados podrán probar el programa que realicen en el computador, por lo que deberán esperar pacientemente su turno hasta que la profesora o auxiliares conecten el cocodrilo.*
2. Motive a los niños con pequeños desafíos que deben ser evaluados según la rúbrica:
  - a) ¿Cuál es la diferencia del programa cuando se usa el sensor?
  - b) ¿A qué distancia se activa el sensor?
  - c) ¿Qué ocurre si coloca fichas al interior de la boca?
  - d) ¿Qué ocurre si implementa el segundo programa? ¿En qué se diferencia el comportamiento del programa?
  - e) ¿Cómo funciona el cocodrilo? ¿Cómo sabe el cocodrilo cuando cerrar la boca?
  - f) ¿En qué se parece el programa al cerebro de un cocodrilo? ¿En qué se diferencia el programa del cerebro de un cocodrilo?
  - g) ¿Qué mecanismos utiliza el cocodrilo para cerrar la boca?

Utilice las preguntas del último punto de la sección anterior para dirigir la actividad.



### **Evaluación**

**Act. 11**

Deberá observar si el niño demuestra la capacidad/habilidad durante la actividad para:

1. Construye un mecanismo motorizado con engranajes o tornillo sinfín.
2. Identifica y usa correctamente el ícono de sentido de giro.
3. Identifica y usa correctamente el ícono de motor con temporizador (reloj de arena) incluido.
4. Identifica y usa correctamente la combinación de ícono de motor, junto con el de espera y detención.
5. Identifica y usa correctamente el ícono de cambio de velocidad al motor.
6. Cuenta cuantas vueltas o tiempo debe colocar al motor para que baje o suba completamente.
7. Identifica el eje que tiene mayor capacidad de carga colocando más o menos pesos, por ejemplo, manojos con distinto número de llaves.
8. Programa el mecanismo para ser comandado mediante el uso de una tecla u otra generando cambio en el sentido de giro.

Utilice la rúbrica de evaluación al final de esta actividad (imprima una hoja de respuestas para cada alumno).

### **Observaciones**

**Act. 11**

Ninguna.

### **Material Extra**

**Act. 11**

PAUTA DE COTEJO

ACTIVIDAD N° 10

FECHA:

CURSO:

Niveles de logro: 3: completamente logrado, 2: medianamente logrado, 1: no logrado (o muy poco)

|                                                                                                                                                                                                                                   | Grupo 1 |   |   |   | Grupo 2 |   |   |   | Grupo 3 |   |   |   | Grupo 4 |   |   |   | Grupo 5 |   |   |   | Grupo 6 |   |   |   | Grupo 7 |   |   |   | Grupo 8 |   |   |   | Grupo 9 |   |   |   | Grupo 10 |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|
|                                                                                                                                                                                                                                   | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 |
| Nombre del niño:                                                                                                                                                                                                                  |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |
| Comprende el efecto de incluir el sensor de proximidad en el programa.                                                                                                                                                            |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |
| Identifica la distancia a la que se activa el sensor de proximidad.                                                                                                                                                               |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |
| Explica correctamente el funcionamiento del cocodrilo.                                                                                                                                                                            |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |
| Identifica la equivalencia de los sentidos del cocodrilo mecánico con el real, y la equivalencia de las acciones y sistema matriz del cocodrilo mecánico con los músculos del cocodrilo real.                                     |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |
| Explica correctamente como se transmite el movimiento y la fuerza desde el motor hasta las mandíbulas, identificando cada una de las etapas de la transmisión: (1) engranaje corona, (2) engranaje recto, (3) polea-correa-polea. |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |
| Programa el tiempo correcto para que el cocodrilo mantenga la mandíbula abierta la cierre y la vuelva a abrir.                                                                                                                    |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |

## B. MANUAL OF ACTIVITIES OF THE FOCUSED INTERVENTION

### Actividad 1

#### Habilidades

- Identificar el material
- Cargar el programa

#### Contenidos

- Introducir las reglas del taller
- Introducir material
- Identificar elementos del software WeDo
- Aprender a cargar y ejecutar programa

#### Materiales

- Una caja WeDo por grupo.
- Una caja piezas extras de legos por grupo.
- Un PC por cada dos niños.

#### Objetivos

1. Introducir el set WeDo.
2. Describir los componentes de un robot.
3. Familiarizarse con las piezas.
4. Construir un auto robótico
5. Cargar programa al robot.

#### Motivación

Se iniciara la actividad preguntando a los niños que creen que es un robot y que ejemplos conocen. El profesor puede llevar imágenes (10 aprox.) de robots y no-robots e ir preguntando a los niños si creen que son robots las imágenes. Luego el profesor mostrara una estructura pre construida en WeDo y una estructura no robótica. La clase debería identificar que para mover la estructura no robótica esta debe ser empujada, mientras que la con WeDo si bien puede moverse así, también se le pueden dar instrucciones. ¿Qué es lo que permite que se mueva sola?

#### Guion

- 1) La profesora explicará que en esta actividad vamos a ir a la sala de computación para realizar el taller. Explicará las reglas de comportamiento en la sala de computación que debe incluir entre otras cosas:
  - a) Se sentaran en grupos de 2 niños por computador
  - b) En cada grupo, los niños se alternaran para hacer la actividad
  - c) Una vez que terminen una actividad deberán levantar la mano en silencio para avisar que ya terminaron
- 2) Los niños se sentaran de a dos frente a cada computador

- 3) La profesora realizara la actividad de la motivación. Preguntar que es un robot y los ejemplos y mostrar las estructuras WeDo y no-robot. Hacer distinción entre robot y persona robot, cámara robot, para llegar a auto robot. Al final de la actividad la profesora muestra un PPT con la definición simplificada del robot “¿Un objeto que se mueve si se le dice que o haga/ a partir de órdenes?”
- 4) Hagamos un auto robot
- 5) Los niños tendrán 20 minutos para construir un auto WeDo con la ayuda de las instrucciones.
- 6) La profesora explicará que al robot se le puede decir que hacer, pero para eso necesitamos usar un lenguaje que entienda. Pidiendo a los estudiantes ejemplos de cómo se comunican las personas (hablando, escribiendo, dibujando, expresiones faciales, etc) y otros idiomas que ellos conozcan. Destacar que los robots usan un lenguaje propio
- 7) La profesora mostrará como usar la interfaz LEGO WeDo en el computador, describiendo brevemente los iconos (los niños aprenderán más sobre programación en las sesiones siguientes). Presentar uno de los íconos y que lo prueben; discutir el resultado. La idea es que los niños programen los motores para hacer distintos movimientos.



*Ilustración 1 - Ejemplo de auto robótico*

#### Evaluación

- Explica que los robots se mueven porque se les ordena
- Explica/identifica que la forma en que se ordena a un robot se llama lenguaje
- Identifica que el lenguaje no son palabras sino figuras/símbolos: ¿cuál de estos es el idioma que habla un robot? Mostrar figuras de frases, símbolos de WeDo y C++ y binario
- Agregar abrir y cerrar el programa
- Identifica ¿Usa correctamente el icono de comenzar?: identifica icono con función y al revés: unir iconos con función
- ¿Usa correctamente el icono de detener?

## Actividad 2

### Habilidades

- Lógico matemática
- Programar secuencias de acciones

### Contenidos

- Programación
- Identificar elementos del software WeDo
- Aprender a cargar y ejecutar programa
- Uso de los botones de Comenzar y Detener.
- Uso de los botones de motor y de sonido
- Sentido de Giro

### Materiales

- Una caja WeDo por grupo.
- Una caja piezas extras de legos por grupo.
- Un PC por cada dos niños.
- El auto robot construido la sesión anterior.
- Hoja con recta graduada con espacios correspondientes al avance del auto por unidad de tiempo del programa.

### Objetivos

- 1) Usar los botones de Comenzar y Detener.
- 2) Usar los botones de motor y de sonido
- 3) Generar secuencias de programación simples
- 4) Asociar el icono de giro a avances en la recta

### Motivación

Se iniciará la actividad preguntando ¿Que es un programa?, después de las respuestas de los niños se les dirá la siguiente definición para tener una respuesta en común.

“Un programa es una secuencia de instrucciones que el robot hace en orden. Cada instrucción tiene un significado específico y el orden de estas afectan las acciones del robot”

Luego la profesora les dirá que pueden decorar el auto construido y que tendrán que programarlo para que la figura de persona LEGO pueda ir al punto de la recta que esta desea.



*Ilustración 2 – Auto Robot decorado*

#### Guion

- 1) La profesora explicará que en esta actividad vamos a ir a la sala de computación para realizar el taller. Explicará las reglas de comportamiento en la sala de computación que debe incluir entre otras cosas:
  - a) Se sentaran en grupos de 2 niños por computador
  - b) En cada grupo, los niños se alternaran para hacer la actividad
  - c) Una vez que terminen una actividad deberán levantar la mano en silencio para avisar que ya terminaron
- 2) Los niños se sentaran de a dos frente a cada computador.
- 3) La profesora mostrara los distintos bloques de programación y les preguntara a los niños si descubrieron la sesión anterior que hacia cada uno. Luego de definir las funciones de cada bloque y luego les dará un tiempo para que decoren su auto.
- 4) Una vez que los dos niños hayan modificado su auto, se les motivara con pequeños desafíos. Algunas propuestas:
  - a) ¿Cuántos espacios en la recta avanza el auto si avanza por un segundo?
  - b) ¿Pueden hacer que el auto avance dos bloques, espere unos segundos y después vuelva al comienzo?
  - c) ¿Pueden hacer que al moverse produzca un sonido?
  - d) ¿Pueden hacer que el auto avance más rápido?

#### Evaluación

- ¿Usa correctamente el icono de comenzar?: unir íconos
- ¿Usa correctamente el icono de detener?: buscar {icono para la función
- ¿Usa correctamente el icono de sentido izquierdo/derecho?
- ¿Usa correctamente el icono de sentido con tiempo?
- ¿Usa correctamente el icono de temporizador (reloj de arena)?
- ¿Usa correctamente el icono de cambio de velocidad de motor?
- ¿Usa correctamente la combinación de icono de motor con tiempo, espera y detención?
  - ¿Ordena los iconos de motor con tiempo, espera y detención de forma de realizar la tarea dada por el profesor?: función a ícono.
  - ¿esta secuencia qué hace?: ícono a función:

## Actividad 3

### Habilidades

- Lógico matemática
- Programar secuencias de acciones
- Comprender el funcionamiento de un bucle

### Contenidos

- Sentido de giro del motor
- Tiempo de funcionamiento de motor
- Uso de bloque de espera
- Concepto de bucle asociado a repetición de instrucciones

### Materiales

- Una caja WeDo por grupo.
- Una caja piezas extras de legos por grupo.
- Un PC por cada dos niños.
- El auto robot construido la sesión anterior.
- Hoja con recta graduada con espacios correspondientes al avance del auto por unidad de tiempo del programa.

### Objetivos

- 1) Reconocer diferencia en sentido de giro del motor asociado a dirección derecha-izquierda en bloque de programación.
- 2) Determinar tiempos necesarios a programar para giro específico del motor.
- 3) Asociar bloque de programación espera a un tiempo de espera en la acción del programa.
- 4) Realizar secuencia de instrucciones reconociendo secuencia de acciones a realizar por mecanismo.
- 5) Reconocer bucle como elemento de repetición dentro de un programa.

### Motivación

¿Qué significa que algo se repita?, ¿Cómo se parece esto al concepto de un patrón? Con estas preguntas se introducirá el tema de los bucles y cuando estos se utilizan. Usando el auto de la sesión anterior se deberán ahora generar secuencias que utilicen estas repeticiones.

### Guion

- 1) La profesora explicará que en esta actividad vamos a ir a la sala de computación para realizar el taller. Explicará las reglas de comportamiento en la sala de computación que debe incluir entre otras cosas:
  - a) Se sentaran en grupos de 2 niños por computador
  - b) En cada grupo, los niños se alternaran para hacer la actividad

- c) Una vez que terminen una actividad deberán levantar la mano en silencio para avisar que ya terminaron
- 2) Los niños se sentaran de a dos frente a cada computador.
- 3) La profesora introducirá el concepto de repetición y como este se ocurre en el mundo. Con lo anterior mostrara el icono de bucle y mostrara las distintas formas de usarlo.
- 4) La profesora pedirá a los alumnos que usando el auto que construyeron en la primera sesión, ahora programen usando el bucle alguna acción. Por ejemplo: hacer que el auto avance y retroceda 3 espacios 5 veces.
- 5) Los estudiantes que cumplan la primera actividad se les motivara a hacer patrones más complejos (usando sonidos o esperas)

#### Evaluación

- Identifica un bucle: Cual de los siguientes casos son un bucle: ola, luz semáforo, rio, columpio,
- Explica un bucle: mostrarle un bucle continuo y que ellos corten en el pedazo mínimo
- Usa un bucle. Con esta figuras hace un bucle que se repita cada 3
- ¿Usa correctamente el icono de bucle con número de veces?
  - ¿Posiciona el bucle de forma que los iconos que se repitan queden dentro de este?
  - ¿Modifica el número que está en el bucle para que el programa se repita las veces deseadas?
- ¿Logra realizar la secuencia de ejemplo?
- ¿Logra crear secuencias distintas?



## C. EVALUATION INSTRUMENT

Nombre \_\_\_\_\_

Curso \_\_\_\_\_

Marque en qué lugar queda el auto después de seguir las instrucciones dadas por las flechas.

1.



|                                                                                   |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

2.



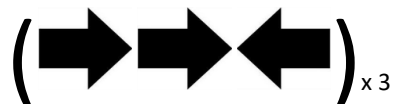
|                                                                                     |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

3.



|                                                                                     |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

4.



|                                                                                     |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

Usando los espacios disponibles, da instrucciones al auto para que llegue al combustible

1.

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

|                                                                                   |  |                                                                                   |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

2.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

|                                                                                   |  |                                                                                   |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

3.

( 

|  |
|--|
|  |
|--|

 ) x 4

|                                                                                     |  |  |  |                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|

4.

( 

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

 ) x 4

|                                                                                     |  |  |  |                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|