



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
ESCUELA DE POSGRADO VICTOR ALZAMORA CASTRO

**EFFECTO DEL PROGRAMA EDUCATIVO  
KITROWE EN LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA  
EN ESTUDIANTES DE SEGUNDO GRADO DE  
SECUNDARIA, I.E. N°81023, ASCOPE- LA  
LIBERTAD, 2015.**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGÍSTER EN  
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN  
DIDÁCTICA DE LA ENSEÑANZA EN CIENCIAS  
NATURALES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA**

**SOLEDAD CRISTINA HILARIO AHÓN DE CERNA**

**LIMA - PERÚ**

**2015**

**JURADO DE TESIS**

**PRESIDENTE**

Dra. Esther Alicia Castro Celis

**SECRETARIA**

Mg. Lissy Canal Enríquez

**VOCAL**

Mg. Amparo Isabel Sichi Ojanama

**ASESOR**

Mg. Alfredo Augusto Alzamora Arévalo

## **DEDICATORIA**

A mis hijos y esposo que son la razón de  
todo en mi vida, y por supuesto en el  
aprender a ser, hacer y conocer.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, que es mi fortaleza y  
sostén en todo momento.

# ÍNDICE

## Página

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE**

**ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

1.1. Planteamiento del problema	04
a. Caracterización del problema	04
b. Enunciado del problema	07
1.2. Objetivos de la investigación	08
1.2.1. Objetivo general	08
1.2.2. Objetivos específicos	08
1.3. Justificación de la investigación	09

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

2.1. Antecedentes	11
2.2. Bases teóricas de la investigación	17
2.2.1. Fundamento teórico de las tecnologías en educación	17
2.2.2.1. Tecnología robótica	21
2.2.2.2. La Robótica dentro del proceso educativo	22
a. Robótica pedagógica	22
b. Características de la robótica pedagógica	24
c. Importancia de la robótica pedagógica	25
2.2.2.3. Módulo de kit de robótica WEDO	27

2.2.2. Explicación científica	30
2.2.2.1. Ciencia	30
2.2.2.2. Aprendizaje de la ciencia	32
2.2.2.3. La ciencia en el aula	34
2.2.2.4. Explicación científica	36
2.2.2.5. Condiciones de la explicación científica	37
2.2.3. La robótica pedagógica y la explicación científica	40
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS</b>	
3.1. Hipótesis general	45
3.2. Hipótesis específicas	45
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
4.1. Tipo y nivel de la investigación	47
4.2. Diseño de la investigación	48
4.3. Población y muestra	49
4.4. Definición y operacionalización de las variables e indicadores	49
4.5. Técnicas e instrumentos	52
4.6. Plan de análisis	56
4.7. Consideraciones éticas	57
4.8. Programa educativo KITROWE	57
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b>	59
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	67
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES</b>	74
<b>CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES</b>	76
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	78
<b>X. ANEXOS</b>	84
1. Matriz de consistencia	85

2. Matriz del instrumento	86
3. Instrumento	87
4. Programa educativo KITROWE	92
5. Lista de jueces expertos	102
6. Exoneración del Comité de Ética	103

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>Tablas</b>		<b>Página</b>
Tabla 1	Análisis de confiabilidad de la explicación científica	54
Tabla 2	Validez de contenido por criterio de jueces de la prueba de explicación científica	56
Tabla 3	Test de bondad de aporte a la curva normal Shapiro- Wilk de la prueba de explicación científica	60
Tabla 4	Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de explicación científica en la variable de explicación científica en pre test y post test	61
Tabla 5	Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de explicación científica en la dimensión de descripción en pre test y post test	62
Tabla 6	Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de explicación científica en la dimensión de propuesta generativa en pre test y post test	64
Tabla 7	Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de explicación científica en la dimensión de deducción en pre test y post test	65
Tabla 8	Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de explicación científica en la dimensión de comprobación en pre test y post test	66
<b>Figuras</b>		
Figura 1	Kit de robótica WEDO	28

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo el propósito de determinar el efecto del Programa educativo “KITROWE” en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope en la región La Libertad.

La muestra estudiada fue de 20 estudiantes, mediante un diseño experimental de tipo explicativa, se aplicó una prueba de rendimiento de explicación científica para comparar los resultados entre el pre test y post test, que contempla dimensiones como la descripción de las características del prototipo robótico, la propuesta generativa que relaciona el funcionamiento del prototipo con el tipo de máquina simple, la deducción que supone nuevas posibilidades y máquinas simples en el funcionamiento y la comprobación mediante una simulación que permite confirmar la propuesta generativa.

Se concluyó que el Programa educativo KITROWE, logra beneficiar el desarrollo de la explicación científica. Utilizándose la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas la cual señaló una diferencia positiva y significativa en la variable explicación científica ( $Ks- Z= -3,608^b$ , Sig.= ,000).

**PALABRAS CLAVES:** Programa Educativo KITROWE, Explicación científica.

## **ABSTRACT**

This research aims to determine the effect of the Education "KITROWE" program in the scientific explanation in second grade students of secondary I.E. N ° 81023, Ascope province in La Libertad region.

The sample was 20 students through a kind explanatory experimental design, a performance test of paragraph applied scientific explanation compare results between pretest and posttest, which includes dimensions such as the description of the characteristics of the robotic prototype testing, the proposal generative relating the operation of the prototype with the kind of simple machine, the deduction which means new possibilities and simple machines in operation and verification by simulation confirms the generative proposal.

It is concluded that the educational program KITROWE, manages benefit the development of scientific explanation. Used the Wilcoxon test for related samples which indicated a positive and significant difference in the variable scientific explanation ( $Z = -3,608b$ ,  $Ks$ - Sig. = .000).

**KEYWORDS:** KITROWE educational program, Scientific explanation.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación está referida a la explicación científica basada en simulaciones de máquinas simples, enmarcada en la nueva visión del proceso de aprendizaje que requiere que el estudiante sea el constructor de su propio conocimiento cuando él lo hace, lo practica y lo constata, siendo fundamental no sólo la trasmisión de información sino los procesos cognitivos producidos en el estudiante, pues es un ser activo que construye su teoría sobre la realidad interactuando con esta por lo cual es necesario el uso de material concreto y su manipulación como es el caso del Kit de robótica WEDO para generar reflexiones y establecer relaciones que permitan explicar científicamente hechos, procesos y fenómenos naturales.

Es así que el Kit de robótica WEDO, material didáctico tecnológico compuesto de piezas lego y controladores como motor, sensores y software de programación se convierte en un material didáctico por excelencia que permite la simulación de máquinas al diseñar, construir programar y evaluar el prototipo diseñado; permitiendo internamente al estudiante reflexionar y construir una estructura mental producto del razonamiento lógico para explicar conceptos y leyes desde una perspectiva descriptiva, predictiva y comprensiva. En dicha explicación es preciso el uso del Kit de robótica WEDO tornándose en una explicación demostrativa, favoreciendo así la comunicación de sus hallazgos y compartiéndolos con sus pares.

Por lo antes mencionado, el presente proyecto de investigación pretende determinar el efecto de la aplicación del programa educativo KITROWE en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia de Ascope, región La Libertad.

El interés de hacer un programa de intervención educativa con el uso del Kit de robótica WEDO no sólo es mejorar el desarrollo de la explicación científica, sino demostrar que es posible el desarrollo de capacidades como la abstracción, el descubrir regularidades, la predicción, el establecer relaciones, desarrollar estrategias, planificar y experimentar, interpretar, evaluar y tomar decisiones frente a situaciones y problemas es decir un pensamiento sistémico y estructurado; en actividades secuenciadas y lógicas.

A ello se suma que, el trabajo con robótica favorece el desarrollo de las relaciones interpersonales y el hábito de trabajo en equipo, en un ambiente interactivo y creativo, construyendo representaciones o diseños de la realidad tecnológica circundante favoreciendo así el interés por la ciencia y la tecnología.

El capítulo I contiene el planteamiento del problema, donde se caracteriza la problemática y se enuncia el problema en forma de pregunta; los objetivos y la justificación de la investigación. El capítulo II corresponde al marco teórico conceptual, iniciando con los antecedentes encontrados, y de cada una de las variables, así mismo, las bases teóricas en la cual se fundamenta esta investigación.

En el tercer capítulo se presenta la hipótesis de la investigación con una hipótesis general y cuatro hipótesis específicas. En el capítulo IV se presenta la metodología de investigación considerando el tipo, nivel y diseño de la investigación; la población y muestra; la definición y operacionalización de las variables; las técnicas e instrumentos de estudio; el plan de análisis y las consideraciones éticas.

En el quinto capítulo se presentan los resultados del análisis de las diferencias del pre test y post test realizados. También se indican las referencias bibliográficas y anexos, donde se incluyen los instrumentos de investigación, el pre test y post test y el programa educativo KITROWE.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

##### **a. Caracterización del problema**

La Organización para la cooperación y el desarrollo económicos (OCDE, 2006), afirma que para hacer una explicación científica de los fenómenos se requiere aplicar el conocimiento de la ciencia a determinadas situaciones, tales como describir o interpretar los fenómenos científicamente y predecir cambios, así como identificar las descripciones, explicaciones y predecir convenientemente.

Sin embargo los últimos resultados PISA del 2012 (MINEDU, 2013) que ubican a nuestro país en el puesto 65 de 66 países, en lo que corresponde a ciencias; señalarían, que los estudiantes no estarían comprendiendo los conceptos y leyes científicas; mucho menos podrían explicarlos con la suficiente solvencia académica. Probablemente, se debería a la falta de creación de condiciones de apropiación de conocimientos para transferirlos a diferentes campos del conocimiento (Ruiz- Velasco, García y Rosas; 2010).

Es frecuente observar en las aulas del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente (CTA en adelante) la construcción de la explicación científica como una mera repetición de conocimientos teóricos, en la que el estudiante no llega a explicar el qué, cómo y por qué de los fenómenos naturales; con ausencia incluso de descripciones que le permitan dar una imagen o idea de los fenómenos, con la consiguiente falta de argumentos y supuestos que le permitan comprobar lo planteado.

Esta situación se aprecia también en algunas instituciones educativas de la región La Libertad sumándose a ello, la falta de actividades secuenciadas, lógicas, atractivas y creativas con el uso de material didáctico que propicie el desarrollo de explicaciones destacadas. Incluso adoptar el uso de materiales didácticos tecnológicos que le permitan simular situaciones de la realidad, y reflexionar constantemente sobre su aprendizaje.

Dicha problemática se muestra en cierta manera en la institución educativa Nuestra Señora de Lourdes de la Provincia de Ascope, región La Libertad, toda vez que no se aprecia el uso de material didáctico como herramienta para manejar situaciones abstractas en las sesiones de CTA; que además de centrar el interés del estudiante, es decir, de quien aprende en los saberes que se pretende enseñar, integre la teoría con la práctica y le permita realizar explicaciones científicas a través de experiencias y procesos propios de la indagación, mediante el desarrollo de actividades secuenciales y lógicas.

En efecto, frente al reto de mejorar el desarrollo de la explicación científica que faculte al estudiante de movilizar sus saberes, utilizar materiales y estrategias con un lenguaje científico apropiado, es necesario entonces, diseñar situaciones didácticas que le permitan complementar la teoría y la práctica (Ruiz- Velasco, 1996); es decir, una situación didáctica eficiente sobre la base de recursos tecnológicos alternativos.

En ese sentido, la intervención educativa basada en el uso del Kit de Robótica WEDO constituido de piezas de construcción lego, con motor, controladores, sensores y un software de programación, utilizado metodológicamente favorecería el aprendizaje de la ciencia en forma interesante y creativa, permitiendo el contacto con objetos manipulables facilitando el paso de lo concreto a lo abstracto, la apropiación de un lenguaje gráfico a través del software, la operación y control de distintas variables; además del desarrollo de estrategias propias para adquirir conocimientos, así como el desarrollo de procesos científicos.

Dicho material educativo ofrece un acercamiento al aprendizaje del área de CTA de modo diferente; que provoca que los educandos diseñen, construyan, programen y evalúen sus prototipos como representaciones de los fenómenos de la naturaleza, facilitando la adquisición de conocimientos (Galvez, 2013), reflexionando y entendiéndolos para compartir con sus compañeros, ofreciendo la posibilidad para que las explicaciones científicas propicien mejores niveles de aprendizaje.

Es decir, tal como lo señalan Maturana y Varela (1984), contar con un espacio educativo donde el estudiante se encuentre en contacto con el objeto de estudio, indique características de las máquinas; proponga el tipo de máquina; deduzca el funcionamiento; y lo someta a prueba. Sólo si se cumplen estas condiciones, la suposición o propuesta generativa: es una explicación científica. Es esa la intención que tiene la aplicación de un Programa educativo con el uso del Kit de Robótica WEDO para el desarrollo de la explicación científica.

#### **b. Enunciado del problema**

El problema de investigación queda formulado de la siguiente forma: ¿Cuál será el efecto del Programa educativo KITROWE en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia de Ascope, región La Libertad en el año 2015?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general:**

Determinar el efecto del Programa educativo “KITROWE” en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

1. Determinar el efecto del Programa educativo “KITROWE” en la descripción de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.
2. Determinar el efecto del Programa educativo “KITROWE” en la propuesta generativa de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.
3. Determinar el efecto del Programa educativo “KITROWE” en la deducción de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.
4. Determinar el efecto del Programa educativo “KITROWE” en la comprobación de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.

### **1.3. Justificación de la investigación**

La presente investigación pretende comprobar la mejora de la explicación científica, capacidad necesaria en el desarrollo de la competencia científica, en la que el estudiante, aplica sus conocimientos científicos en situaciones que se requieran como son la construcción de máquinas simples, ya sea interpretando los principios o prediciendo cambios o su funcionamiento, determinando las causas, cómo y por qué ocurre el actuar del prototipo robótico, de tal forma que lo conduzcan a una bien lograda explicación científica de las máquinas simples.

Por otro lado es pertinente, porque brinda al docente una nueva forma de utilizar el Kit de robótica WEDO, puesto que favorece el desarrollo de actividades secuenciales y lógicas de diseño, construcción, programación y aplicación del prototipo, así como promueve el proceso reflexivo interno del estudiante para construir explicaciones científicas en base a descripciones, propuestas, deducciones y la autoevaluación a través de la realización de una experiencia que confirma su propuesta; generándose de esta manera, un aprendizaje significativo.

Ofrece además al docente la oportunidad de reflexionar y adoptar criterios para decidir en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de máquinas simples replanteando las actividades para una adecuada construcción y asimilación en los aprendizajes. Así también poder generar actitudes positivas hacia la indagación, la ciencia, y favorecer las relaciones interpersonales y el hábito de trabajo.

Los resultados de la presente investigación, contribuyen a desarrollar la explicación científica en los estudiantes, en la aplicación del conocimiento científico como máquinas simples para la resolución de problemas como un prototipo recogedor de basura y la adecuada toma de decisiones al determinar que máquina simple utilizar según su propósito, al interpretar e identificar las características y elementos de las máquinas simples y predecir otras máquinas simples no consideradas al inicio.

La educación en ciencias en nuestro país, requiere desarrollar nuevas formas de aprendizaje con el uso de materiales didácticos altamente motivadores, y desarrollar a su vez explicaciones científicas que nos conduzcan a generar conocimientos de alta significatividad.

Por ello, si bien es cierto se utiliza la robótica en las aulas para promover la creatividad en el diseño y construcción de robots en competencias como los juegos florales, la presente investigación verifica el efecto del Programa educativo KITROWE en la explicación científica, cuyo objetivo es justamente evidenciar la explicación científica que se genera a partir de las máquinas simples, basado en el uso del kit de robótica WEDO.

Es necesario agregar que hay escasas investigaciones en el Perú, afines directamente al desarrollo de las capacidades para aprender ciencias como es la explicación científica y su relación con el uso del Kit de robótica WEDO, razón por la cual el aporte de esta investigación es significativo y factible de hacerse extensivo a otros contextos similares.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1. Antecedentes**

Sobre el estado de la investigación se puede mencionar que si bien es cierto no se ha logrado recoger investigaciones que relacionen el efecto del uso del Kit de robótica WEDO a través de programas educativos con la explicación científica, si se ha logrado llegar a conocer investigaciones actuales que se han ocupado de las dos variables por separado.

Vergara (2015) acerca del diseño e implementación de una unidad didáctica basada en robótica educativa como herramienta para fortalecer las habilidades creativas en estudiantes de la I.E.D. Eduardo Umaña, investigación cualitativa realizada en la

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, en una muestra de 15 estudiantes. Utilizó el diario de campo del docente y entrevistas grupales. Concluyendo que los diseños robóticos permitieron diseñar una metodología para la resolución de problemas tecnológicos, favoreciendo el trabajo en equipo en un ambiente constructorista.

Martín (2013) Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo; investigación realizada en la Universidad de Cádiz, España; con el objetivo de mostrar estrategias para impulsar el hablar ciencia en los estudiantes. Señala la importancia del lenguaje para desarrollar el pensamiento y el aprendizaje de las ciencias; concluye además, que las estrategias en las que el estudiante desarrolle procesos de discusión de hipótesis, resultados y conclusiones dan soporte y comodidad al estudiante en cuanto a la comprensión de los conocimientos científicos para luego explicarlo.

Rosales (2013) La robótica educativa en el desarrollo de las habilidades cognitivas de los estudiantes de segundo grado de primaria. Tesis de Maestría en educación por la Universidad César Vallejo de Lima. Investigación explicativa de diseño experimental, con el objetivo de aplicar un taller de robótica educativa para mejorar las habilidades cognitivas en una muestra de 48 estudiantes, en grupos de control y experimental por igual. En un examen de 56 ítems se concluye que, la robótica educativa influye significativamente en el desarrollo de las habilidades cognitivas superiores e inferiores debido a un incremento del 22 % en los resultados estadísticos entre el pre test y post test.

Mesa y Barrena (2013) La robótica educativa como instrumento didáctico alternativo en educación básica. Investigación experimental realizada en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en Boyacá. Los instrumentos aplicados permitieron observar el interés, entusiasmo y la curiosidad por aprender en los estudiantes, y así recoger juicios de los docentes y sus iniciativas para complementar sus clases con la propuesta dada en esta investigación. Concluyendo que los estudiantes comprendieron los fenómenos involucrados y lograron cambiarlos de acuerdo a sus necesidades e intereses en forma fundada.

Vázquez (2012) en su investigación: Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en enseñanza secundaria obligatoria, realizó un estudio de casos en la Universidad de Salamanca en España, para el desarrollo de competencias en materias de Tecnología, Lengua Española, Lengua Inglesa y Educación Plástica y Visual. La muestra comprendió 28 alumnos de segundo grado. Se utilizó entrevistas individuales y en grupo, y pruebas de competencias básicas. Los resultados obtenidos muestran una alta apreciación del alumnado y profesorado sobre el proyecto y su funcionalidad en el desarrollo transversal e interdisciplinar de las competencias básicas.

Cruz (2011) acerca de la aplicación de la Robótica Educativa como estrategia en el desarrollo de las capacidades del área de Educación para el Trabajo en estudiantes del Séptimo grado de la IE 3711, investigación cuantitativa con diseño cuasi experimental realizada en la Universidad Cesar Vallejo de Lima, en una muestra de 28 estudiantes, suministrándose un cuestionario, 14 del grupo control y 14 del grupo

experimental. Obteniéndose un incremento significativo en el desarrollo de las capacidades de planificación de procesos, ejecución de procesos, comprobar procesos y actualizar procesos.

Camacho (2010) sobre las Concepciones del profesorado y la promoción de la explicación científica en la actividad química escolar, realizada en una muestra de 32 docentes en la fase de diagnóstico y 2 docentes para la intervención, en las fases de fundamentación teórica, diseño didáctico e implementación-evaluación, y utilizando cuestionarios: Likert y semi estructurado; concluye que las explicaciones promovidas en clases se relacionan con los conceptos tratados, así como la etapa de diseño desarrolla el carácter procedimental de la competencia y el saber comunicar las conclusiones.

Páez y Pachón (2010) en la investigación: Ambiente de aprendizaje para principios básicos de robótica, con diseño cuasi experimental y aplicada a estudiantes de educación secundaria, la cual utilizó una prueba para medir la concepción sobre robótica y el nivel de conocimiento técnico de robótica; concluyeron que el estudiante incrementó en un 26% su concepción sobre robots, y a su vez se elevó en un 62% el nivel de conocimiento técnico, debido al diseño del ambiente, la manipulación directa con el material didáctico y el auto cuestionamiento.

Bravo, Pesa y Pozo (2010) en la investigación cuasi experimental, con diseño factorial realizada en la Universidad Autónoma de Madrid acerca de los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color y complejidades asociadas a su

aprendizaje, emplearon una muestra de 380 participantes, 134 alumnos de educación secundaria obligatoria y 157 alumnos de secundaria no obligatoria; y 89 estudiantes de profesorado en ciencias naturales.

En esta investigación se halló que las explicaciones de los fenómenos perceptivos se dan en términos esencialmente análogos, basándose en su conocimiento cotidiano, concluyendo con la propuesta de una estrategia didáctica dirigida a favorecer el aprendizaje de las ciencias, mediante un cambio ontológico, epistemológico y conceptual de la manera de interpretar y explicar los fenómenos.

Gómez (2006) acerca de la Construcción de explicaciones científicas escolares, tesis doctoral presentada en la Universidad Autónoma de Barcelona, con el objetivo de presentar a la explicación científica escolar como una actividad situada, desarrollada en un contexto dinámico para permitir la organización y unificación del conocimiento, la comprensión de diversos fenómenos y la actuación. Concluyendo en la necesidad de reconocer los diferentes tipos de construcción de explicaciones científicas y su generación integrada. Así mismo, su construcción a partir de actividades experimentales, con evidencia interna y probatoria, así como con la participación del alumno, materiales y el maestro.

Cantoral y Reséndtz (2003) en la investigación descriptiva sobre el papel de la variación en las explicaciones de los profesores: un estudio en situación escolar, cuyo objetivo fue el de analizar el rol de las explicaciones en matemáticas en temas de función y derivadas, se concluyó que el docente promueve frecuentemente la

producción de explicaciones, en donde los estudiantes negocian y articulan sus significados, debatiendo y concluyendo.

Carrera (2002) La explicación científica en las ciencias sociales, del empirismo lógico al realismo científico. Tesis doctoral en Filosofía en la Universidad Complutense. Madrid, España. Con el objetivo de clarificar la naturaleza de la explicación científica en el ámbito de las ciencias sociales. Concluye que la concepción realista de la explicación científica -en términos de determinantes- es racionalmente aceptable tanto para las ciencias naturales como para las ciencias sociales; clarificando la relación entre explicación y comprensión científicas, mostrando razonadamente que ambos conceptos están íntimamente relacionados.

Concari (2001) en las teorías y modelos en la explicación científica, implicancias para la enseñanza de las ciencias, investigación realizada en la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. Su objetivo fue abordar el rol de las teorías y de los modelos en la explicación científica, así como sus implicancias para la enseñanza de las ciencias. Concluyendo que el empleo de modelos adecuados puede mejorar la explicación y su comprensión en el estudiante, sobre todo los que ofrezcan resolver problemas de interés y mayor significatividad para el estudiante.

Ruiz- Velasco y Sánchez (1996) Ciencia y tecnología a través de la robótica cognoscitiva, investigación realizada en el Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. México, de tipo cuantitativa, nivel explicativo y con diseño experimental. Su objetivo fue mostrar un programa teórico para la

construcción de un robot como recurso didáctico para el aprendizaje de la ciencia y tecnología, concluyendo que, la robótica cognoscitiva es un medio de integración que permite crear una base de conocimientos a través de la manipulación y el control de entornos robotizados al mismo tiempo que se resuelve problemas cotidianos.

Las investigaciones mostradas tienen relación con el presente trabajo, en la medida que muestran experiencias referidas a la relevancia de la explicación científica en el aprendizaje de las ciencias, y por otro lado se considera a la robótica como un material didáctico que permite evidenciar el desarrollo de capacidades como la explicación científica indirectamente.

## **2.2. Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1. Fundamento teórico de las tecnologías en educación**

Dialogar sobre tecnologías es hablar de la satisfacción de necesidades o de resolver problemas para el mundo, principalmente la humanidad; puesto que es la aplicación de un conjunto de conocimientos y las habilidades o técnicas adecuadas con el fin de crear una solución tecnológica a las demandas del ser humano, por ejemplo un auto, una silla de ruedas, una máquina hidráulica, etc.

La tecnología siempre ha causado impactos positivos y negativos y lo seguirá haciendo, no sólo en el desarrollo económico y social, sino también en la educación, como es el caso de la imprenta, con la producción de libros para asegurar la

trasmisión de la información, el ingreso del retroproyector, los audiovisuales como la televisión y las multimedia, las computadoras, laptops y pizarras electrónicas; los cuales son recursos tecnológicos que facilitan los adquisición de los aprendizajes, siempre y cuando son debidamente utilizados.

Pero desde el siglo XX con el avance tecnológico han ido apareciendo progresivamente diversos tipos de sistemas artificiales conocidos como robots, los que han permitido la automatización de tareas simples y repetitivas en los procesos industriales. Así mismo en la educación la simulación de situaciones está tomando cada vez más prevalencia convirtiéndose en el centro de las metodologías con grandes ventajas, que de otro modo no se podrían realizar (Odorico, Lage y Cataldi, 2009).

Hoy por hoy, en la escuela para representar la realidad no sólo se necesita de medios como el lenguaje escrito, la matemática, las imágenes, audiovisuales, sino también de la informática que brinde un tratamiento diferente a la realidad; en este caso el software educativo cumple su función cuando se adecua al contexto y a las actividades de enseñanza, y si se aúnan materiales concretos que permiten representar más fielmente la realidad, que brinden la oportunidad de construir y reconstruir esta realidad, experimentando la teoría y profundizando en ella obtenemos una herramienta didáctica tecnológica poderosa que permite la construcción de los aprendizajes.

El enfoque constructivista señala que, el estudiante es quien construye activamente su conocimiento, surgiendo la necesidad de entregar al alumno herramientas, que le permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo (Von Glasersfeld, 1996). El proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento es una auténtica construcción operada por la persona que aprende. Tal es así que en pedagogía se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción.

Según Piaget (1978) existen dos principios en el proceso de enseñanza aprendizaje, el aprendizaje como proceso activo y el aprendizaje completo, real y auténtico. Mientras se da el aprendizaje activo, los procesos de alojamiento y asimilación de la información, son sumamente importantes la observación directa, las equivocaciones y por supuesto la búsqueda de soluciones, por ello la manera como se presenta la información cobra relevancia, esta información debe ser introducida o presentada a manera de respuesta para solucionar problemas, ello nos lleva a pensar que funciona como una herramienta, para lograr el aprendizaje.

Y cuando se da el aprendizaje completo, auténtico y real, es porque el estudiante ha interactuado positivamente o significativamente con el mundo, de tal manera que en las aulas las actividades deben ser interesantes, motivadoras, reales y con una amplia gama de recursos que le permitan al estudiante resultados más allá de una evaluación sumativa.

Es así que, el uso de tecnologías como los software aunados a materiales concretos permiten experimentar los nuevos conocimientos siguiendo objetivos curriculares bien definidos, lográndose un aprendizaje interactivo creativo, pues; tienen la ventaja de poder seguir su propio ritmo de aprendizaje, realizando las simulaciones y a la vez modificando sus programaciones, de tal manera que consiguen comprender la realidad.

En ese sentido las tecnologías recientes que ya se han ido incorporando en los ambientes educativos como las nuevas herramientas TIC permiten expandir las capacidades como el crear, compartir y dominar el conocimiento, puesto que en la educación su rol ha permitido cambiar el proceso de enseñanza, su naturaleza, el lugar y la forma como se realiza y el papel a desempeñar por los estudiantes y profesores.

Los robots forman parte de las nuevas tecnologías que no sólo tiene piezas y dispositivos, sino que cuenta además con software de programación que le permite al robot llevar a cabo sus movimientos y tareas, su uso otorga entornos de aprendizaje que fomentan la reflexión en la experiencia, apoyando la construcción colaborativa del aprendizaje a través de la negociación social, no de la competición entre los estudiantes (Jonassen, 1994).

### **2.2.2.1. Tecnología robótica**

Diseñar, producir y utilizar máquinas automáticas programables con el objetivo de realizar tareas repetitivas es lo que se conoce como robótica. Esencialmente se ocupa de todo lo concerniente a los robots, contempla el control de motores, mecanismos automáticos y neumáticos, sensores, sistemas de cómputo, entre otros. La Robótica es una ciencia aplicada que se ocupa del estudio, desarrollo y aplicaciones de los robots, resulta de la interacción de tres áreas de estudio como la mecánica, la electrónica y la informática. (Odorico, 2004).

El Instituto Norteamericano de Robótica sostiene que un robot es un manipulador multifuncional y reprogramable, diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos programados y variables que permiten llevar a cabo diversas tareas, definición aceptada internacionalmente (Cruz, 2011).

El término robot fue utilizado por primera vez por Karel Capek en 1971, para designar a las máquinas construidas por el hombre y dotadas de inteligencia. Pero la concepción más adecuada de robot según Gálvez (2013), nos dice que es un dispositivo electrónico - mecánico, con capacidad de movimiento y acción, con cierto grado de autonomía, que desempeña tareas en forma automática y que exhiben inteligencia computacional y es programable. Así mismo la palabra robot puede referirse tanto a mecanismos físicos como a sistemas virtuales de software.

Los robots fueron creados para el sector industrial- comercial realizando tareas más fieles o baratas que el hombre. Se les usa en trabajos peligrosos y pesados, en la manufactura, montaje y embalaje, en transporte, en el espacio, cirugía, armas, investigación en laboratorios y en la producción en masa de bienes industriales o de consumo. Así como en la limpieza de residuos peligrosos y tóxicos y el rescate de personas, entre otras cosas. Y actualmente se utilizan en el sector educativo en el campo de la pedagogía como fin y como medio de aprendizaje.

Según el Ministerio de educación (2010) un robot se diseña y construye para actuar de manera independiente y con su entorno. Este tiene que movilizarse y responder a su entorno, a los obstáculos como paredes o cajas, escoger una bola negra de un conjunto de bolas de colores, y muchas otras actividades sin intervención del hombre, entonces tenemos un robot.

#### **2.2.2.2. La Robótica dentro del proceso educativo**

##### **a. Robótica pedagógica**

La robótica pedagógica surgió en el seno del Instituto Tecnológico de Massachusetts; orientada por el científico y educador Seymour Papert, creador del primer software de programación para niños: LOGO en 1985. Sobre la base de LOGO y LEGO, se han sumado diversas instituciones como la NASA, que promueven decididamente la introducción de la robótica en las escuelas (Ruiz-Velasco, 2007).

El objetivo de la robótica pedagógica es la solución de problemas en las distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación, entre otras. Estas áreas suelen estar integradas sin que haya un mayor esfuerzo, presentándose al estudiante como un ambiente de aprendizaje motivador e innovador en el que se simula los fenómenos y mecanismos, diseñando y construyendo prototipos que son representaciones o diseños micro de la realidad tecnológica circundante, o son sus propias invenciones (Odorico, Lage y Cataldi; 2009).

Es pues la robótica una herramienta flexible y dinámica para estudiar problemas similares, relacionados con el diseño, la construcción, programación y comprobación del funcionamiento de sus prototipos, que otorga al estudiante un ambiente que potencializa la innata actividad constructora de su aprendizaje, haciéndose planteamientos acerca de su propio pensamiento, formas y estrategias tanto para su diseño, armado y funcionamiento. Tal como lo sostiene Papert (1993), al afirmar que los estudiantes son seres activos que construyen sus teorías sobre la realidad interactuando con esta y es necesario el uso de medios técnicos o herramientas capaces de generar pensamientos reflexivos y lógicos, y por ende un aprendizaje significativo.

Cabe resaltar también que en este ambiente de aprendizaje el docente se torna en un guía de la actividad que realiza el estudiante de forma estructurada y lógica, con la colaboración de sus compañeros estableciendo acuerdos para lograr sus objetivos

en forma consensuada; y es en este ambiente interactivo y creativo el estudiante obtiene la ventaja de seguir su propio ritmo de aprendizaje.

En ese sentido se puede decir que el uso de la robótica en el aula permite fomentar el nivel investigativo favoreciendo el desarrollo de las competencias científicas la creatividad, la capacidad de abstracción, el desarrollo de un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal, las relaciones interpersonales y el hábito del trabajo en equipo (Ministerio de educación, 2008).

#### **b. Características de la robótica pedagógica**

La robótica pedagógica es un escenario que permite a los estudiantes, desde temprana edad, construir su propio conocimiento (Sánchez, 2012), llevándolos de la mano hacia el saber científico permitiéndoles aprender en forma más práctica, sencilla y movilizadora. Crea un ambiente de aprendizaje que permite:

- Desarrollar el pensamiento creativo, crítico y reflexivo para desarrollar estrategias que le permitan resolver problemas reales.
- Experimentar y controlar las actividades realizadas, estableciendo relaciones con los elementos de construcción provocando un razonamiento inductivo-deductivo.

- Manejar un vocabulario especializado y construir concepciones propias acerca del significado de cada objeto que manipulan (conceptos), facilitando el entendimiento del mundo real.
- Tomar conciencia del proceso de aprendizaje y valorar su importancia, al ocupar su tiempo libre en una actividad mental permanente y retadora.
- Ampliar el currículo escolar atendiendo sus intereses e investigando dentro de su medio socio-cultural.
- Permite dotar al estudiante de un espacio controlado en donde puede aprender de sus errores sin perjuicio propio.

### **c. Importancia de la robótica pedagógica**

Gagné (1971) nos dice que es trascendental dar al alumno la oportunidad de realizar estrategias y mejorarlas, solucionando diferentes situaciones problemáticas. Es así que la construcción de robots, la manipulación de las piezas, el observar su disposición, el plantear interrogantes interesantes y soluciones sobre la disposición correcta de las piezas y probar una y otra vez su funcionamiento amplía sus estrategias para solucionar situaciones problemáticas.

El estudiante comprueba si su propuesta de utilizar tal o cual viga, engranaje, rueda pequeña o grande, es la correcta para elaborar una palanca, polea, o máquina compleja, etc.; a ello se adiciona el hecho de si la programación propuesta responde

a lo que se espera solucionar o encontrar. Es decir se desarrolla en todo momento un pensamiento activo producto de la resolución de problemas (Dewey, 1965), situación que ofrece la oportunidad de predecir, aplicar leyes científicas, verificar resultados, tornándose ello en un pensamiento científico.

Además el aprender haciendo cobra suma importancia, pues el estudiante procesa la información y establece relaciones construyendo su conocimiento cuando él lo hace, cuando él lo practica y constata, llegando a elaborar constructos para interpretar la naturaleza, los que son objetivos de la ciencia (Driver, Asoko, Leach, Mortimer y Scott; 1994), razonando y argumentando para elaborar sus propias representaciones de la naturaleza y transferirlo así a otras áreas del conocimiento (Ruiz-Velasco, 2007).

A todo ello se suma la motivación y atención que despierta el uso del kit de robótica WEDO como un material didáctico tecnológico diferente y acorde con los avances científicos tecnológicos actuales, del tal manera que centra sus percepciones y observaciones en la actividad que está realizando (Odorico, 2009)

En ese sentido el uso de la robótica en esta investigación favorece el aprendizaje de las ciencias y el desarrollo de la indagación científica convirtiéndose en una robótica didáctica, donde el estudiante que aprende tiene algo más que aprender, con menos trabajo en vano, atractivo y sólido provecho (Comenius, 1983).

### **2.2.2.3. El Módulo del kit de robótica WEDO**

Es un material didáctico tecnológico multidisciplinario compuesto por elementos de construcción (208 piezas), controlador como la Laptop XO y el interfaz (hub), actuadores como motor y sensores de movimiento e inclinación y el software de control y automatización (Ver Figura 1). Los elementos de construcción son los engranajes, poleas, vigas, ladrillos, entre otros, los cuales permiten construir diversos prototipos de máquinas y mecanismos de diversa complejidad. (Ministerio de educación, 2010).

- Elementos de construcción: Ladrillos, planchas, ladrillos curvos, ladrillos biselados, ladrillos redondos, entre otros.
- Elementos de máquinas simples: engranajes, caja de engranajes, cremallera, poleas.
- Elementos eléctricos: Dispositivos como el sensor de inclinación, sensor de movimiento que detecta hasta una distancia de 15 cm., el motor que gira en sentido horario, anti horario y a distintas velocidades y el Hub USB que controla los sensores y motores del software WEDO.
- Software WEDO: está basado en la acción de “arrastrar y soltar” íconos (bloques de programación), ofrece un entorno de programación intuitivo adecuado para estudiantes a partir de 7 años. Está desarrollado para detectar automáticamente los sensores y motores al conectarlos al hub (controlador) por medio de un cable

USB a la laptop XO. Posee una guía digital con sugerencias de construcción y ejemplos de programación; permitiendo así crear modelos concretos funcionales y programarlos, utilizando los sensores para reconocer su entorno y ajustar el resultado de un sistema programado.



Fuente: Ministerio de Educación (2010).

El uso de Kit de robótica WEDO en el aula tiene como principal motivación el diseño y la construcción de creaciones propias, en cual el aprendizaje está ligado al hacer, es decir es una experiencia activa de construcción que permite la experimentación y comprobación, provocando un razonamiento científico.

La construcción del conocimiento comprende dos tipos de construcción: la primera, interna, tiene lugar en la mente de las personas. La segunda, externa, sucede cuando el estudiante está motivado y comprometido en el diseño, construcción o demostración de una actividad o proyecto, cualquiera que sea éste, desde un robot

de palitos, un edificio de legos, o un robot electrónico, hasta un programa de computadora (Papert, 1994).

La base para el uso de la robótica en el aprendizaje es el uso de métodos activos y lúdicos que privilegian el aprendizaje inductivo y el descubrimiento guiado, los cuales fomentan el desarrollo de un pensamiento sistémico y sistemático, el cual da lugar a un proceso cognitivo de manera natural, en donde el error es un accionador fundamental que permite al estudiante equivocarse y probar distintas alternativas de solución (Sánchez, 2012).

En ese sentido el Kit de robótica WEDO permite construir prototipos robóticos factibles de ser modelados y mejorados. Además Pittí, Moreno, Serracín, Quintero y Quiel (2012) nos dicen que su uso facilita el aprendizaje por indagación y brinda la oportunidad de diseñar, construir, programar y simular un fenómeno, construyendo con piezas y sensores, programando con el software el comportamiento de su prototipo y por último probando su funcionamiento de acuerdo a especificaciones dadas.

En ese sentido, conforme los alumnos manipulan y controlan la situación, no son conscientes de la dificultad que implica la construcción de ese conocimiento en particular, e irán reuniendo los requisitos necesarios para manipular mentalmente y aún en ausencia del objeto exterior (Ruiz- Velasco, 1996). Podrán explicar los fenómenos, conceptos y leyes desde una perspectiva descriptiva, predictiva y comprensiva. Para dicha explicación es preciso el uso del kit de robótica WEDO

tornándose en una explicación demostrativa, favoreciendo así la comunicación a sus compañeros.

## **2.2.2. Explicación científica**

### **2.2.2.1. Ciencia**

La ciencia según Bunge (1960) es un cuerpo de ideas que, puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible. Y es por medio de la investigación científica que el hombre ha ido alcanzado una reconstrucción conceptual del mundo que es cada vez más amplia, profunda y exacta.

Morles (1998) nos dice que si bien es cierto la ciencia es un sistema de conocimientos y creencias integrado por conceptos, hipótesis, leyes y teorías que actualmente son confiables, es posible que en el futuro no lo sean. Lo cual nos indica que la ciencia es una actividad humana colectiva que reúne conocimientos sobre el mundo y crea leyes y teorías demostrables, que nos ayuda a comprender la naturaleza.

Pero, la ciencia es un proceso, no sólo un producto acumulado de teorías y modelos, y es necesario trasladar a los alumnos ese carácter dinámico y perecedero de los saberes científicos (Pozo y Gomez, 2006) de tal manera que se logre el papel histórico y cultural de la ciencia y su compromiso con la sociedad, sin que esta sea neutral y supuestamente objetiva.

Según Korshunok (2006) la ciencia es un sistema de conocimientos en extremo complejo y ramificado, que incluye en sí distintas formas y grados de reflejo del mundo. Los niveles más importantes del conocimiento están constituidos por el conocimiento empírico y el conocimiento teórico.

Hablar de conocimiento empírico es referirse a la observación, la descripción y el experimento, y cuando el objeto de estudio es sometido a investigación es cuando se evidencian las características externas, registrando las conexiones que se repiten y elaborando regularidades, mientras que en el nivel teórico el objeto se explica descubriéndose conexiones internas sujetas a ley (Korshunok, 2006).

En ese sentido, siendo la ciencia la elaboración de teorías que proporcionan explicaciones sobre el mundo y si bien es cierto que este nivel de abstracción está fuera del alcance de los estudiantes de secundaria pero, al intentar explicar una observación, pueden ir avanzando hacia esta idea al darse cuenta de la diferencia entre una suposición sobre lo que causa cierto efecto y, por el otro, proponer una causa que esté respaldada por pruebas. Es decir participe de prácticas científicas, y por lo tanto tenga una visión más coherente de la naturaleza del trabajo científico.

En la práctica, la mejor forma de entender cómo funciona la ciencia es la participación, el que se realicen indagaciones científicas de distintos tipos y así obtener el dominio necesario para decidir qué observaciones o medidas son necesarias al responder una pregunta, recolectar y utilizar los datos pertinentes, discutir explicaciones posibles y luego reflexionar críticamente sobre los procesos

que se han llevado a cabo. De esta forma desarrollar una comprensión del papel de estas habilidades para proponer explicaciones de los hechos y fenómenos naturales.

#### **2.2.2.2. Aprendizaje de la ciencia**

En un mundo en que el conocimiento científico y la tecnología que aplica este conocimiento cambian rápidamente, lo que los estudiantes necesitan saber son los conceptos científicos como principios, teorías y modelos que explican los fenómenos naturales, además de los procesos para llegar a estos conceptos científicos. Y para conseguirlo es necesario que el estudiante entre en contacto directo con los fenómenos de estudio observando, planteando preguntas a investigar, hipotetizando, comprobando de tal manera que llegue a resolver situaciones problema, en una constante indagación, hasta llegar a construir su propio conocimiento.

Pero el conocer implica, practicar la curiosidad e imaginación, desde donde es posible razonar y eventualmente desarrollar argumentos racionales, ya que el hombre naturalmente busca conocer las regularidades de la naturaleza, para luego entenderla, explicarla, optimizarla y dominarla (Galagovsky, 2008).

Sin embargo en el aprendizaje de la ciencia es necesario desarrollar procedimientos y actividades acordes con lo que se quiere lograr, como plantear situaciones problemáticas, el trabajo en grupos con emisión de hipótesis, estrategias de trabajo, comprobaciones y comparaciones; y la aplicación de los nuevos conocimientos a

nuevas situaciones, permitiendo la adquisición de procesos propios de la indagación científica.

Cabe recordar que lo que enseña es la experiencia, como dice Feynman (1966). Y cualquiera de nosotros puede juzgar si se ha llegado a conclusiones razonables a partir de la evidencia. Ante a ello, es importante crear situaciones de aprendizaje con el uso de material didáctico motivador que llamen la atención del estudiante y despierten su curiosidad, comparen lo imaginado con lo que sucede y puedan comunicarlo, confrontando sus explicaciones con las de sus compañeros logrando constatar adecuadamente sus supuestos. Si bien es cierto no siempre el estudiante consiga comprender los conceptos tal y como lo entiende la ciencia, pero es necesario que el estudiante haga suyo los procesos para desarrollar competencias científicas.

Para Camaño (2011), la participación del alumnado en las prácticas científicas está relacionada con el desarrollo de las competencias científicas. El aprendizaje está relacionado con el contexto en el que se aprende y utiliza el conocimiento, por lo que se debe implicar al alumnado en actividades propias del mundo científico, en la cultura científica; en cada momento desarrollando actividades propias de la indagación con un lenguaje científico.

Pero, para aprender ciencias, es necesario un ambiente favorable que permita el trabajo en equipo, donde se expresen opiniones y se argumenten adecuadamente las conclusiones, o que simplemente se demuestre lo aprendido, sin que en todos los

casos se logre alcanzar los conceptos de la ciencia, sino la forma de ver las cosas y de explicarse cómo y porqué ocurren, progrese. Con ello se habrá logrado el proceso de aprendizaje de las ciencias.

Es necesario que en el proceso de enseñanza aprendizaje se desarrolle la toma de conciencia de cómo se desarrolla el conocimiento científico, como producto de la experiencia de realizar indagaciones científicas de distintos tipo, enmarcando preguntas y hallando formas de recolectar datos mediante la observación y la medición para responderlas, analizarlas e interpretar datos y participar en la discusión sobre los hallazgos, el proceso para llegar a ellos, y el comunicar los resultados de todo el proceso; partiendo de un problema claro, porque una buena pregunta pone en funcionamiento el pensamiento de los estudiantes (Galagovsky, 2008).

### **2.2.2.3. La ciencia en el aula**

Hablar de desarrollar la ciencia es recrear el proceso en que es generada, es decir, recorriendo el camino que suelen transitar los científicos para generar conocimiento. Las ideas y el conocimiento que produce la ciencia están indisolublemente ligados a la forma en que son producidos; este concepto fundamental significa que los estudiantes deben ser capaces de construir las ideas científicas a través de observaciones, experimentos, análisis y discusiones que, con la adecuada guía, se realizan en el aula (Gellon, Rosenvasser, Furman y Golombek; 2005).

Para hacer ciencia en el aula se requiere en primer lugar una buena pregunta, es decir cuestionable e interesante, sobre la que el estudiante tiene algunas ideas, prejuicios, creencias o significaciones. Luego es necesario crear situaciones didácticas en las que el estudiante ponga en funcionamiento sus capacidades cognitivas para solucionar problemas (Galagovsky, 2008).

A todo ello se suma que, es fundamental dar el tiempo adecuado para que los estudiantes armen sus estrategias, pongan en juego su imaginación, y organicen sus ideas, argumentando y reflexionando (Galagovsky, 2007); e incluso pongan en evidencia su capacidad hipotética – deductiva al hacer predicciones sobre fenómenos abstractos. (Riviere, 1996).

Es necesario abordar la experimentación y la toma de datos analizando las variables trabajadas y los pasos a seguir, antes de volver a efectuar la experiencia; que lo lleven a establecer comparaciones que pueda comunicar. Además es sumamente importante que cada proceso que se realiza, entre en la conciencia del estudiante, y es allí donde el maestro juega un rol importante señalando y haciéndole ver al estudiante sobre los procesos cognitivos que van ocurriendo, es decir le ayude a tomar conciencia de cómo aprende al explicitar sus ideas, realizar representaciones o diseños mentales, prejuicios para organizar experimentos, registrar datos, interpretarlos, etc. (Galagovsky, 2008).

#### **2.2.2.4. Explicación científica**

La explicación es una explicitación, un hacer explícito para el entendimiento. Se puede decir que es interpretar o traducir lo que no se conoce en términos familiares (Bakker y Clark, 1994).

Desde el punto de vista de empiristas como Hume, la explicación requiere de la observación, la experimentación y la comprobación (Bakker y Clark, 1994), es decir se basa necesariamente en la experiencia como evidencia imprescindible de los fenómenos.

Kuhn (1962), considera la descripción del qué y el cómo; es decir señala las características de los objetos como una polea, que tiene un orificio central por el cual pasa una cuerda y que funciona levantando o arrastrando con ayuda de una fuerza un objeto. Describe el hecho tal como cree que ha funcionado y continúa haciéndolo.

Sin embargo, Halbwachs (1990), refiere la explicación como un por qué, es decir, señala las causas que lleva al funcionamiento de un ascensor, en este caso la polea. Bunge (1988) señala que la explicación científica no sólo abarca descripciones detalladas, sino que inquiere cómo son las cosas, procuran responder a porqué y cómo ocurren los hechos.

Maturana y Varela (1984) sostienen que la explicación científica surge como producto de reformulaciones que el investigador hace en su contacto continuo con

el objeto de estudio, dando por comprobada la propuesta que generó la investigación; teoría científica en la cual se fundamenta la presente investigación.

Luego de citar a los autores más representativos, se ve por conveniente considerar la posición respecto a la variable explicación científica; como el aumento cada vez más del entendimiento de las causas de un fenómeno o ley natural, producto de experiencias donde se encuentran relaciones entre los datos y el suceso a explicar, de tal manera, que es factible de ser comunicada a los demás, realizando descripciones, propuestas generadoras, deducciones y comprobación de la propuesta.

#### **2.2.2.5. Condiciones de la explicación científica**

La explicación científica según Maturana y Varela (1984) cumple condiciones: descripción, propuesta generativa, deducción y realización de la experiencia.

- a. Descripción.- Es señalar las características del objeto, máquina o fenómeno, identificando características como sus tipos, elementos y describiendo su funcionamiento.
  
- b. Propuesta generativa: Es relacionar el funcionamiento de las máquinas o fenómeno con el tipo de máquina, principio o ley que lo gobierna, estableciendo relaciones, regularidades y proponiendo juicios para su funcionamiento.

- c. Deducción: Es proponer nuevas posibilidades y actividades con el uso de la máquina simple propuesta que deriven por ejemplo a otro tipo de máquina, suponiendo también el funcionamiento de los modelos que sugiere su programación. A través del razonamiento hipotético- deductivo, resultado del contacto con objetos concretos.
  
- d. Realización de la Experiencia: Es construir el prototipo diseñado y poner en prueba lo propuesto, su funcionamiento y su comprobación, para su posterior comunicación.

Las explicaciones son proposiciones presentadas como reformulaciones de experiencias que son aceptadas como tales por un oyente con respecto a una pregunta que exige una explicación. A esta estructuración, se agrega que el uso de las explicaciones científicas para dar validez a una afirmación, es lo que hace que ésta sea una afirmación científica.

En ese sentido, la construcción de una bien lograda explicación científica, se realiza durante el desarrollo de actividades que ejecuta el sujeto; en el caso de la explicación de la palanca de primer género, conducirá al estudiante a hacer una descripción detallada del funcionamiento de dicha palanca respondiendo al qué y al cómo, a ello se suma las explicaciones del tipo por qué cuando señala que dicho funcionamiento obedece a determinada clase de palanca, evidenciándose la propuesta generativa, para establecer relaciones y vínculos.

Se evidencia la predicción de datos observacionales cuando, al plantearse que si al cambiar de posición la resistencia estará frente a otra clase de palanca. La capacidad de predicción está asociada a la posibilidad de pronosticar eventos que aún no ocurren y que pueden ser explicados antes de que sucedan como en el caso del funcionamiento o no de la palanca de primer género, o de otro género. Y al utilizar material didáctico concreto que ofrezca la oportunidad de simular los fenómenos, errando y contrastando hasta entender las relaciones y regularidades se dará la realización de la experiencia.

Es importante acotar que la construcción de una explicación científica necesita de objetos y hechos concretos, la experiencia y la observación detallada, continua, objetiva y causal de esos fenómenos experienciales; es decir, desde el punto de vista positivista (Labra, 2013).

Será importante entonces considerar cómo aprende el estudiante después de ésta fase relacionada al tema en cuestión. Frente a los aportes de las teorías expuestas, se considera que el desarrollo de la explicación científica en los estudiantes se construye a partir de una relación directa del estudiante con el objeto de estudio, describiendo y prediciendo, estableciendo relaciones, regularidades y elaborando respuestas a sus explicaciones en un ambiente cooperativo donde reflexiona sobre los hechos o fenómenos naturales con sus compañeros. La explicación científica se construye en las estructuras mentales reforzadas por la experiencia propia con el objeto concreto a través de construcciones y creaciones propias tal como un prototipo robótico con máquinas simples.

### **2.2.3. La robótica pedagógica y la explicación científica**

El aprendizaje según Estebaranz (1994) consiste en modificar la organización del conocimiento o las teorías, así como también es avanzar de un conocimiento simple a otro complejo. Y comprende aprendizajes que van de lo preciso a lo abstracto; que convergen lo cualitativo y lo cuantitativo, ya que se aprende de la realidad en forma global, priorizando la actividad del que aprende y su motivación propia como impulsor de su aprendizaje.

Entonces, el uso del Kit de robótica WEDO como material didáctico tecnológico que por ser justamente concreto, motivador, innovador y que utilizado con una buena estrategia metodológica, contribuye al desarrollo de las competencias científicas, pues le permite identificar cuestiones como cuáles son las máquinas simples a usar, plantear supuestos sobre el funcionamiento de las mismas, extraer conclusiones sobre su uso adecuado a través de pruebas, tal que le permita comprender y tomar decisiones sobre el funcionamiento de su prototipo.

En cuanto a la base del desarrollo del aprendizaje, Vygotsky (1979) nos dice que está en la actividad, en tanto que no sólo se reacciona ante un estímulo sino que se actúa sobre él transformándolo. Es decir el alumno aprende no sólo en presencia de sus compañeros y trabajando en equipo, sino que aprende mejor, en la actividad, es decir en acción, jugando y divirtiéndose.

La robótica en el aula brinda la oportunidad al estudiante de preguntar, explorar, manipular, diseñar, armar, y estructurar en su pensamiento el conocimiento. A su

vez, las simulaciones ofrecen un ambiente ideal para la exploración de nuevos conceptos, para conocer mejor el juego entre fenómenos complejos relacionados entre sí, y para construir modelos de trabajos simplificados de los argumentos que estamos investigando. Porque un instrumento de simulación, es en última instancia, una máquina para la creación de teorías, un dispositivo para generar abstracciones y generalizaciones, es decir explicar y demostrar teoremas, leyes e hipótesis (Ruiz, 1999).

Conforme los alumnos manipulan y controlan la situación sin ser conscientes de la dificultad que implica la construcción de ese conocimiento en particular, irán reuniendo los requisitos necesarios para manipular mentalmente y aún en ausencia del objeto exterior (Ruiz-Velasco, 1996). Es allí donde los alumnos construirán una estructura mental producto del razonamiento lógico que les permita explicar los fenómenos, conceptos y leyes desde una perspectiva descriptiva, predictiva y comprensiva. Para dicha explicación es preciso el uso del Kit de robótica WEDO tornándose en una explicación demostrativa, favoreciendo así la comunicación a sus compañeros.

Para una buena explicación es preciso realizar actividades propias de la robótica pedagógica:

1. Diseñar: La idea y su representación basada en la necesidad de resolver algún problema, dará origen al desarrollo de una maqueta, modelo, diseño. Usando

ejemplos de la realidad (imitación), la imaginación para crear algo nuevo. Plasmándose la idea en un medio físico como dibujar en un papel.

2. Construir: En base al diseño planteado se empieza a construir una solución al problema, valiéndose de piezas, sensores y conexiones. Armandos su propuesta “prototipo” que son representaciones de mecanismos o equipos de la industria, creaciones propias, etc.
3. Programar: Basado en el uso de un software de fácil uso (iconográfico), que permite programar los movimientos y el comportamiento en general del modelo robótico. Plasmando la solución pensada en una secuencia no ambigua, finita y ordenada de pasos (instrucciones) que han de seguirse para resolver el problema.
4. Probar: Verificar visualmente que el modelo implementado funciona. Comprobar que su funcionamiento cumple con un conjunto de especificaciones, pueden ser estándares, modelos matemáticos, etc.

Desde que se inician las actividades el alumno tiene conflictos cognitivos los cuales van a permitir arduos razonamientos, facilitando el entendimiento y comprensión de los conceptos, fenómenos o leyes. Las actividades realizadas en aula permiten evidenciar la explicación científica de los hechos o fenómenos absorbiendo las actividades propias de la robótica y desarrollar los siguientes procesos:

1. Descripción: Se observan los prototipos mostrados y se describe las características, por ejemplo tipos de palancas, elementos y funcionamiento de la palanca de primer género. En equipos se analizan y evalúan las máquinas observadas. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.
2. Propuesta generativa: Se diseña la propuesta de la máquina simple que interviene. Se propone por ejemplo la palanca de primer género o máquina simple requerida ante una nueva situación dada. Se construye con el Kit de robótica el prototipo.
3. Deducción: Se infieren por ejemplo las palancas de segundo género o tercer género en su prototipo propuesto y en ejemplos cotidianos. Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.
4. Realización de la experiencia: Se pone en funcionamiento el prototipo para su verificación y de los pasos de su construcción, y programación diseñada. Explican la experiencia realizada a sus compañeros y docente.

Podemos decir que el uso del Kit de robótica WEDO como material didáctico permite evidenciar la explicación científica en este caso de las máquinas simples. Y así como el Ministerio de Educación comprende la importancia de los materiales didácticos tecnológicos para el aprendizaje de los alumnos al introducir el uso del Kit de robótica Wedo en las escuelas, los maestros tenemos que tener claridad en

nuestra labor proponiéndoles a los estudiantes situaciones de aprendizaje que le permitan desarrollar competencias científicas.

## **CAPITULO III**

### **SISTEMA DE HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general:**

La aplicación del Programa educativo KITROWE mejora significativamente la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.

#### **3.2. Hipótesis Específicas:**

H.E<sub>1</sub>: La aplicación del Programa educativo KITROWE mejora significativamente la explicación científica respecto a la descripción en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.

H.E2: La aplicación del Programa educativo KITROWE mejora significativamente la explicación científica respecto a la propuesta generativa en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.

H.E3: La aplicación del Programa educativo KITROWE mejora significativamente la explicación científica respecto a la deducción en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.

H.E4: La aplicación del Programa educativo KITROWE mejora significativamente la explicación científica respecto a la comprobación en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.

## **CAPÍTULO IV**

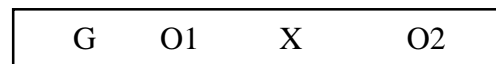
### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Tipo y nivel de la investigación**

El presente estudio de acuerdo a la naturaleza de la investigación y los objetivos planteados es de tipo aplicada porque se realiza sobre una realidad concreta, según Sánchez (1998); con nivel explicativo, debido a que se ha establecido una relación causal entre las variables, con manipulación de una de ellas, según Hernández, Fernández y Baptista (2014).

## 4.2. Diseño de la investigación

El diseño es experimental con un solo grupo, porque se manipula al menos una variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente, según Campbell y Stanley (1995), que refiere el uso de pre test y post test, cuyo objetivo es evaluar los resultados antes y después de la intervención del Programa Educativo para luego hacer su respectiva comparación estadística. Este diseño de pre y post test con un solo grupo se expresa de la siguiente manera:



G: Grupo de sujetos

O1: Medición pre test (pre prueba)

X: Tratamiento (Variable independiente)

O2: Medición post test (pos prueba)

A continuación se describe el esquema de formalización presentado:

Se asignó la sección A, como único grupo, se aplicó el pre test, en este caso una prueba de rendimiento con 12 ítems abarcando las 4 dimensiones de la explicación científica, con la finalidad de controlar la variable explicación científica antes de desarrollar el “Programa Educativo KITROWE en la explicación científica”. Después de aplicado el programa, se aplicó el post test, para evaluar su efecto en la explicación científica. Se compararon los resultados, del pre test y post aplicados al mismo grupo.

### 4.3. Población y muestra

El grupo estuvo conformado por 20 estudiantes de segundo grado “A” de secundaria, hombres y mujeres cuyas edades fluctúan entre los 12 y 15 años.

Estudiantes	Cantidad
Mujeres	10
Hombres	10
Total	20

### Criterios de inclusión

Se seleccionó la muestra de manera intencionada por criterios como:

- El horario de estudios que correspondían a los días jueves y viernes, acordes con la atención libre de la sala de recursos tecnológicos.
- La asistencia normal de los estudiantes a partir de la tercera hora, puesto que existe ausencias en las primeras horas de clase debido a las labores en casa.

### 4.4 Definición y operacionalización de las variables y los indicadores

#### Variable Independiente:

**Programa Educativo KITROWE en la explicación científica.**

#### Definición Conceptual

Conjunto de actividades planificadas y secuenciadas diseñadas por el docente que contempla el uso del Kit de robótica WEDO como material didáctico tecnológico con el objetivo de mejorar la explicación científica de las máquinas simples, utilizando una metodología activa en la que el estudiante construye su aprendizaje, con una evaluación permanente para alcanzar los indicadores de logro planteados.

### **Definición Operacional**

El programa educativo KITROWE implica el desarrollo de un conjunto de sesiones de aprendizaje las cuales son diez: Máquinas simples, palanca de primer género, palanca de segundo género, palanca de tercer género, poleas, ruedas, engranajes, plano inclinado, cuñas, y construyendo máquinas complejas.

### **Variable Dependiente:**

### **Explicación Científica**

### **Definición Conceptual**

Las explicaciones son proposiciones producto de la descripción, generada por parte del observador, que al operativizarla generará deducciones que serán luego realizadas y experimentadas, y sólo si se cumplen estas condiciones, la propuesta generativa es una explicación científica. (Maturana y Valera, 1984).

### **Definición Operacional**

El término explicación científica implica la adquisición de un conjunto de procesos que se tienen que lograr para llegar a explicar científicamente un fenómeno natural, comprende la descripción, la propuesta generativa, deducción y la comprobación.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE: EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

**Definición conceptual:** Las explicaciones son proposiciones producto de la descripción, y que genera una por parte del observador, que al operativizarla generará deducciones que serán luego realizadas y experimentadas, y sólo si se cumplen estas condiciones, la propuesta generativa es una explicación científica. (Maturana y Varela, 1984).

DIMENSIÓN	DEFINICIÓN DE LA DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMS
1. Descripción	Señalar las características del objeto como las piezas que intervienen en una palanca, identificando el tipo, sus elementos y describiendo su funcionamiento.	1. Señala las características de las máquinas simples.	1. La siguiente imagen representa una palanca. Identifica la “potencia” e indica la característica que mejor lo describe. 2. La rampa tiene utilidad práctica porque permite:
		2. Describe en forma coherente conceptos respecto a las máquinas simples.	10. Un albañil desea subir 15 m <sup>3</sup> de arena a un edificio de tres pisos, si lo lleva por la escalera le demandaría varios días ¿Qué máquina simple le convendría emplear? Grafícala.
2. Propuesta Generativa	Relacionar el funcionamiento de las máquinas simples con el tipo al que pertenecen, proponiendo por ejemplo el tipo de palanca y su funcionamiento.	3. Relaciona el funcionamiento de la máquina simple con el tipo al que pertenece.	3. El prototipo mostrado corresponde a una rana, y para que pueda moverse debe utilizar poleas. ¿Qué debería hacer para reducir la velocidad? 4. Un padre y un niño están en el sube y baja, tal como se muestra en la figura. ¿Cuál debería ser la posición del niño para levantar a su padre?
		5. Aplica el tipo de máquina simple ante las situaciones simuladas.	11. Un hombre quiere mover una piedra de 150 kg con una tabla de 2m de largo y sitúa el punto de apoyo a 50 cm. de la piedra. ¿Con qué máquina simple se podrá mover la piedra? Esquematiza el modelo propuesto.
3. Deducción	Proponer nuevas posibilidades y actividades con el uso de la palanca propuesta que deriven por ejemplo a otro tipo de palanca, suponiendo también el funcionamiento de los modelos que sugiere.	6. Infiere nuevos diseños sobre la base de máquinas simples propuestas e inversamente.	12. Observa las figuras 1 y 2. Grafica una máquina compleja utilizando las dos máquinas simples mostradas. 5. Observa la figura, analiza su funcionamiento ¿Qué tipo de máquinas simples se puede deducir que están presentes en esa gran máquina?
		7. Infiere el funcionamiento de nuevos modelos robóticos.	6. El siguiente prototipo “COCODRILO” que abre y cierra su boca al captar cuerpos cercanos, obedece a una programación WEDO. En la parte inferior hay algunas programaciones, analízalas y determina ¿Cuál de ellas permite su funcionamiento?
4. Comprobación	Construir el prototipo diseñado y poner en prueba lo propuesto, su funcionamiento y su comprobación	8. Verifica el prototipo diseñado.	7. Observa la imagen del “cargador frontal”, examínalo y comprueba los pasos para su construcción. 8. El prototipo de cocodrilo mostrado ha sido diseñado con el fin de que este abra y cierre la boca al captar algún movimiento. Analiza y manifiesta ¿Qué máquinas simples se conectan para el funcionamiento del prototipo
		9. Evalúa la máquina propuesta.	9. La siguiente figura representa un sistema de palanca. ¿Qué sucederá con los puntos A o B?

#### **4.5. Técnicas e instrumentos**

La técnica empleada para la obtención de datos sobre la variable dependiente es la encuesta. El instrumento es la prueba de rendimiento de explicación científica en el pre test y post test; el cual se constituye en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables, según Chasteauneuf (citado por Hernández et al., 2014), constituido por 12 ítems, con preguntas cerradas que incluyen varias opciones de respuestas.

La prueba de explicación científica ha sido elaborada para la investigación teniendo en cuenta la taxonomía de Bloom considerando los niveles de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación, según López (2014). Se tuvo en cuenta la temática tratada en el desarrollo del programa educativo con máquinas simples. La aplicación se realizó en forma individual para los estudiantes de segundo grado de secundaria entre 12 y 15 años de edad, con una duración de 45 minutos.

La finalidad del instrumento es la apreciación de la explicación científica a través de una prueba de capacidades de la explicación científica individual, dividida en 3 preguntas para cada dimensión. El ejercicio consiste en resolver los ítems presentados.

## **Prueba de Explicación Científica**

### **Ficha Técnica**

<b>Nombre</b>	:	Prueba de Explicación Científica
<b>Autor</b>	:	Soledad Cristina Hilario Ahón
<b>Procedencia</b>	:	UPCH
<b>Administración</b>	:	Estudiantes de 12 a 15 años
<b>Duración</b>	:	Aproximadamente 45 minutos.

Significación: Esta prueba fue construida con el objeto de evaluar la explicación científica en estudiantes de 12 a 15 años. Específicamente pretende revelar el estado de la explicación científica que muestran los estudiantes frente a los fenómenos naturales, con el fin de proveer a los estudiantes de un programa educativo con el uso del Kit de robótica WEDO que permita manifestar el desarrollo de la explicación científica de las máquinas simples.

### **Confiabilidad por K de Richardson.**

Para determinar la confiabilidad el instrumento fue sometido a la prueba estadística de Kuder – Richardson (KR-20) que es el indicador más frecuente del análisis para instrumentos con respuestas dicotómicas, según Ruiz (2002). Este coeficiente determina la consistencia interna del cuestionario analizando la variable explicación científica con sus dimensiones: descripción, deducción, propuesta generativa y comprobación.

$$r_{20} = \left( \frac{K}{K-1} \right) \left( \frac{\sigma^2 - \sum pq}{\sigma^2} \right)$$

Donde:

K = Número de Ítems del instrumento

p= Porcentaje de personas que responde correctamente cada ítem.

q= Porcentaje de personas que responde incorrectamente cada ítem.

$\sigma^2$  = Varianza total del instrumento

Los análisis indicaron que la K de Richardson para la prueba de explicación científica es 0,76 lo cual permite decir que el Test tiene aceptable confiabilidad.

Estos resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1

*Análisis de confiabilidad de Explicación científica*

SP*Q	4.39
VT	15.70
KR-20	0.76

SP\*Q = Sumatoria de proporciones de aciertos por desaciertos.

VT = Varianza total de aciertos

KR-20 = Coeficiente K de Richardson.

## **Validación por juicio de expertos**

Se utilizó como proceso de validación la técnica de juicio de expertos que brinda ventajas como: la teórica calidad de las respuestas alcanzadas, el nivel de profundidad de las respuestas obtenidas, y el poder recoger una información pormenorizada, según Cabero (citado por Cabero y Barroso, 2012). La validación del instrumento fue hecha por 5 expertos entre metodólogos, filósofo y psicólogo y docentes especialistas en ciencias; quienes aportaron sobre los lineamientos metodológicos y estructurados de los ítems, precisando sus observaciones.

### **Coefficiente de V. de Aiken**

Para determinar la validez se utilizó el Coeficiente de V. de Aiken, ya que los valores fueron contrastados estadísticamente según el tamaño de la muestra de los jueces consultados. Este coeficiente se computa como la razón de un dato obtenido sobre la suma máxima de la diferencia de los valores posibles. Se calculó sobre la valoración del conjunto de jueces, con respecto a un ítem en asignaciones dicotómicas, según Ecurra (1988). La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$V = \frac{S}{(n(c-1))}$$

Siendo:

S = la sumatoria de SI

n = Número de jueces

c = Número de valores de la escala de valoración (2 en este caso)

Los resultados de la prueba de jueces fueron de un 100 % de aprobación, lo que permite indicar que el instrumento es válido por criterio de jueces, tal como se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 2

*Validez de contenido por criterio de jueces de la prueba de explicación científica.*

<b>Ítems</b>	<b>Nº de Jueces</b>	<b>Acuerdos</b>	<b>V.de Aekin</b>	<b>Descriptivo</b>
<b>1</b>	5	5	1.00	Válido
<b>2</b>	5	5	1.00	Válido
<b>3</b>	5	5	1.00	Válido
<b>4</b>	5	5	1.00	Válido
<b>5</b>	5	5	1.00	Válido
<b>6</b>	5	5	1.00	Válido
<b>7</b>	5	5	1.00	Válido
<b>8</b>	5	5	1.00	Válido
<b>9</b>	5	5	1.00	Válido
<b>10</b>	5	5	1.00	Válido
<b>11</b>	5	5	1.00	Válido
<b>12</b>	5	5	1.00	Válido

#### **4.6. Plan de análisis**

Se evaluó la confiabilidad y validez logradas por el instrumento. Para la contrastación de la hipótesis, se aplicaron la prueba de Shapiro- Wilk para comprobar si los resultados de la variable se distribuyen normalmente (Mohd y Bee, 2011). Se analizaron los datos con el programa SPSS.

Se realizó el análisis estadístico inferencial como la media y la desviación estándar. El procesamiento y análisis de datos se ejecutó a través de la prueba de Wilcoxon, comparándolos antes y después de la aplicación del programa educativo. Luego se presentaron los resultados, según Hernández et al. (2014).

#### **4.7. Consideraciones Éticas**

Se ha considerado la discreción en los resultados, respetando la identidad de los estudiantes puesto que la información obtenida es relevante para la investigación realizada. Por otro lado por aplicarse un programa de intervención educativa la investigación fue exonerada por el Comité de Ética de la universidad de pedir el consentimiento informado a los estudiantes. Siendo la responsabilidad compartida con la I.E. que dio el permiso correspondiente.

#### **4.8. Programa educativo KITROWE**

Un programa educativo es la forma de organizar, planificar, ejecutar y evaluar las actuaciones de cada área, o también, es una acción planificada dirigida a lograr unos objetivos con lo que se satisfacen unas necesidades (Consejería de educación y ciencia, 1993). Es un conjunto de actividades secuenciadas que obedecen a un análisis del contexto, persiguen objetivos, o como lo plantea Pérez (2000) “un plan sistemático diseñado por el educador como medio al servicio de las metas educativas”. Así mismo supone la búsqueda de materiales y recursos educativos y la evaluación del programa educativo.

En la escuela es fundamental aprender a aprender por lo que es necesario que el estudiante utilice sus conocimientos, habilidades y destrezas que lo empoderen a aprender a lo largo de su vida, darse cuenta de lo que aprende y cómo lo aprende, así como aprender a analizar la realidad y transformarla. Es indiscutible pues que el uso de material didáctico aproxima al estudiante a la realidad, ofreciéndole la

ocasión de actuar mediante actividades atractivas y creativas, sin dejar de lado el objetivo de conducirlo a trabajar, investigar, descubrir y construir (Néreci,1973).

El presente programa está basado en el uso del Kit de robótica WEDO cuya característica es brindar al estudiante la posibilidad de diseñar, programar, construir y evaluar su prototipo robótico, para desarrollar descripciones, propuestas generadoras, deducciones y comprobaciones, en un ambiente de participación activa y reflexiva, guiado por el docente hacia el aprendizaje de los procesos de la explicación científica.

El desarrollo del programa contempló 10 sesiones de aprendizaje, 2 veces por semana de 2.15 pm hasta las 3.45 pm los días miércoles y viernes, incluyendo contenidos temáticos de máquinas simples. En la estrategia trabajada se formaron 04 grupos de trabajo, cada uno con su correspondiente Kit de robótica WEDO.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Discusión de resultados**

##### **5.1.1. Prueba de bondad de ajuste a la curva normal**

Los datos encontrados han sido sometidos a la prueba estadística de Shapiro- Wilk para determinar si se ajustan a una curva normal o no (paramétricos o no paramétricos), y determinar el tipo de prueba estadística a ejecutar, para contrastar la hipótesis que establezca la existencia de una relación causa efecto entre las variables (Mohd y Bee, 2011).

El test de Shapiro- Wilk, contraste de ajuste de distribución de los datos de la muestra (n=20) utilizada presentó resultados estadísticamente significativos según

la Tabla 3 (sig. < ,050), y se puede concluir que no presentan una adecuada aproximación a la curva normal, por ello se tuvo que utilizar contrastes estadísticos no paramétricos en el análisis de los datos de la investigación. En este caso la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, según Newbold, Carslong y Thorne (2008).

Tabla 3

*Test de bondad de aporte a la curva normal Shapiro- Wilk de la prueba de Explicación científica*

<b>Variable</b>	<b>Estadístico</b>	<b>g.l</b>	<b>sig.</b>
<b>Descripción</b>	,875	20	,012
<b>Propuesta Generativa</b>	,757	20	,000
<b>Deducción</b>	,850	20	,004
<b>Comprobación</b>	,711	20	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 5.1.2. Resultados de la Explicación científica en el pre test y post test

El análisis de las diferencias de los resultados del pre test y post test según la Tabla 4, señala que existe una diferencia estadística significativa en la variable explicación científica (Ks-  $Z = -3,608^b$ , Sig.= ,000), a su vez se infiere que hay un incremento en el rendimiento promedio de 3, 2619 en la prueba de salida con respecto a la prueba de inicio. Lo que permite aseverar que el programa educativo KITROWE generó un cambio positivo y significativo en la mejora de la explicación científica en los estudiantes, permitiéndoles describir, elaborar propuestas generadoras, deducir otras y comprobar por último su propuesta inicial.

Contrastación:

Hipótesis general: Explicación científica

a) Hipótesis:

$H_0$  = No existe diferencia entre el pre y post test.

$H_1$  = Existe diferencia entre el pre y post test.

b) Margen de error: 5 %

Tabla 4

*Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de Explicación científica en la variable explicación científica en pre test y post test.*

DIMENSIÓN	PRE TEST		POST TEST		Z	P
	M	DS	M	DS		
Explicación Científica	4,2381	1,57812	7,5000	1,57280	-3,608 <sup>b</sup>	,000

n= 20

\*\*\*p< ,001

c) Decisión: como  $p < 0,001$  se rechaza  $H_0$

d) Conclusión: Hay evidencia de un cambio significativo en la variable explicación científica.

### 5.1.3. Resultados de la dimensión de descripción en el pre test y post test

El análisis de las diferencias entre los resultados del pre test y post test realizado con el estadístico de Wilcoxon según la Tabla 5 nos permite inferir que existe un incremento en el rendimiento promedio de la dimensión de descripción de ,7262

con una diferencia positiva y significativa ( $Ks- Z= -2,668^b$ , Sig.= ,008) que permite aseverar que la aplicación del Programa educativo KITROWE tuvo un notable efecto en la mejora de la dimensión de descripción en los estudiantes, en relación a observar y señalar las características de los objetos o prototipos.

Contrastación:

Hipótesis específica: Descripción

a) Hipótesis:

$H_0$  = No existe diferencia entre el pre y post test.

$H_1$  = Existe diferencia entre el pre y post test.

b) Margen de error: 5 %

Tabla 5

*Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de Explicación científica en la dimensión de descripción en pre test y post test.*

DIMENSIÓN	PRE TEST		POST TEST		Z	P
	M	DS	M	DS		
Descripción	1,5238	,81358	2,2500	,91047	-2,668 <sup>b</sup>	,008
n= 20	**p< ,01					

c) Decisión: como  $p < 0,01$  se rechaza  $H_0$

d) Conclusión: Hay evidencia de un cambio significativo en la dimensión Descripción.

#### **5.1.4. Resultados de la dimensión de propuesta generativa en el pre test y post test**

El análisis de las diferencias entre los resultados del pre test y post test señalados en la Tabla 6, indica que existe una mejora luego de la aplicación del programa educativo en la dimensión de propuesta generativa ( $Ks- Z= -3,351^b$ ,  $Sig.= ,001$ ). Se infiere además que el rendimiento promedio de la prueba final tuvo un incremento de 1,2048 frente al promedio de la prueba inicial, permitiendo aseverar que la aplicación del Programa educativo KITROWE tuvo un efecto positivo y significativo en la mejora de la dimensión de propuesta generativa en los estudiantes, en relación a elaborar planteamientos, supuestos o diseños que requieren luego ser comprobados.

Contrastación:

Hipótesis específica: Propuesta generativa

a) Hipótesis:

$H_0$  = No existe diferencia entre el pre y post test.

$H_1$  = Existe diferencia entre el pre y post test.

b) Margen de error: 5 %

Tabla 6

*Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de Explicación científica en la dimensión de propuesta generativa en pre test y post test.*

DIMENSIÓN	PRE TEST		POST TEST		Z	P
	M	DS	M	DS		
Propuesta Generativa	1,0952	,94365	2,3000	,73270	3,351 <sup>b</sup>	,001

n= 20      \*\*p< ,01

- c) Decisión: como  $p < 0,01$  se rechaza la  $H_0$
- d) Conclusión: Hay evidencia de un cambio significativo en la dimensión propuesta generativa.

#### **5.1.5. Resultados de la dimensión de deducción en el pre test y post test**

El análisis de diferencias entre el pre test y el post test, realizado con el estadístico de Wilcoxon mostrados en la Tabla 7, nos permite inferir que existe un incremento en la dimensión de deducción de ,5476 que indica que los estudiantes obtuvieron un rendimiento superior en la prueba de salida frente a la prueba de inicio, con una diferencia significativa y positiva (Ks-  $Z = -2,676^b$ , Sig.= ,007) que permite afirmar que la aplicación del Programa educativo KITROWE tuvo un importante efecto en la mejora de la dimensión de deducción en los estudiantes, posibilitando la elaboración de nuevos supuestos o actividades que refuercen su propuesta generativa.

Contrastación:

Hipótesis específica: Deducción

a) Hipótesis:

$H_0$  = No existe diferencia entre el pre y post test.

$H_1$  = Existe diferencia entre el pre y post test.

b) Margen de error: 5 %

Tabla 7

*Prueba de Wilcoxon de comparación de los puntajes de la prueba de Explicación científica en la dimensión de deducción en pre test y post test.*

DIMENSIÓN	PRE TEST		POST TEST		Z	P
	M	DS	M	DS		
Deducción	,9524	,58959	1,5000	,76089	-2,676 <sup>b</sup>	,007

n= 20      \*\*p< , 01

c) Decisión: como  $p < 0,01$  se rechaza la  $H_0$

d) Conclusión: Hay evidencia de un cambio significativo en la dimensión deducción.

### 5.1.6. Resultados de la dimensión de comprobación en el pre test y post test

El análisis de las diferencias de los resultados entre el pre test y post test realizado con el test de Wilcoxon en la dimensión de comprobación según la Tabla 8, permite inferir que existe un incremento de ,7833 en el rendimiento promedio con una diferencia significativa y positiva (Ks-  $Z = -2,626^b$ , Sig.= ,009) por lo cual se afirma que la aplicación del Programa educativo KITROWE tuvo un notable efecto en la mejora de la dimensión de comprobación en los estudiantes, en relación a simular el funcionamiento de su prototipo para probar su propuesta generativa.

Contrastación:

Hipótesis específica: Comprobación

a) Hipótesis:

$H_0$  = No existe diferencia entre el pre y post test.

$H_1$  = Existe diferencia entre el pre y post test.

b) Margen de error: 5 %

Tabla 8

*Prueba de Wilcoxon de comprobación de los puntajes de la prueba de*

*Explicación científica en la dimensión de comprobación en pre test y post test.*

DIMENSIÓN	PRE TEST		POST TEST		Ks - Z	Sig.
	M	DS	M	DS		
Comprobación	,6667	,85635	1,4500	,75915	-2,626 <sup>b</sup>	,009

n= 20    \*\*p< ,01

c) Decisión: como  $p < 0,01$  se rechaza la  $H_0$

d) Conclusión: Hay evidencia de un cambio significativo en la dimensión Comprobación.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **6.1. Discusión de los resultados**

Al analizar la hipótesis general de investigación la que propone la aplicación del Programa educativo KITROWE para mejorar significativamente la explicación científica, los resultados obtenidos indican que el programa de intervención educativa ha beneficiado de forma positiva la explicación científica, los datos nos permiten inferir que ha habido un incremento bastante significativo en el desarrollo de la explicación sobre las medias del pre y post test (3, 2619), por lo que se puede afirmar que la citada hipótesis ha sido respaldada.

Dichos hallazgos corroboran la pertinencia de plantear y desarrollar programas educativos para optimizar la explicación científica, las investigaciones realizadas

por Papert (2012) confirman que el estudiante elabora una mejor explicación científica en presencia y con manipulación de materiales concretos, enfrentándose a situaciones problemas, en un ambiente de interés, entusiasmo y de curiosidad, comprendiendo de tal forma los fenómenos, diseñando y construyendo sus prototipos en forma fundamentada, para luego mediante simulaciones explicar los principios y leyes.

He aquí la importancia de erradicar de las aulas la explicación de principios y leyes como una mera repetición de las mismas, sin que el estudiante tome conciencia de cómo explicitar sus ideas, ya sea realizando representaciones, organizando demostraciones, experimentando y comparando sus propuestas (Galagovsky, 2008). Tal es así que mientras más se favorezca la construcción de explicaciones científicas mejor será la calidad de los aprendizajes.

Los resultados son acordes a los encontrados por Mesa y Barrena (2012), Vásquez (2012), Cruz (2011) y Ruiz- Velasco y Sánchez (1996) los mismos que han encontrado que es sumamente importante el desarrollo de actividades didácticas con robots para motivar a los estudiantes y educadores a que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras, que utilicen como instrumento didáctico plataformas robóticas y dispositivos tecnológicos, para construir saberes y competencias básicas.

Es incuestionable el desarrollo de explicaciones científicas a partir de actividades propuestas, experimentales e integradas que llevan al estudiante a resolver

problemas de interés y mayor significatividad tal como lo encontraron en sus investigaciones Gómez (2005), Concari (2001) y Bravo, Pesa y Pozo (2010). Es un hecho que el estudiante al desarrollar la explicación científica cuando describe, propone, deduce y comprueba su propuesta (Maturana y Varela, 1984) se capacita para resolver problemas al tener que diseñar, construir y programar adecuadamente su robot recogedor de basura, o grúa, etc.

Así mismo se encontró que la aplicación del Programa educativo KITROWE tiene efectos significativos en el desarrollo de las dimensiones de la explicación científica como son la descripción, la propuesta generativa, la deducción y la comprobación.

En lo que se refiere a la primera hipótesis específica, sobre el efecto de la aplicación del Programa educativo KITROWE con respecto a la dimensión de descripción de la explicación científica, los resultados obtenidos indican que hay un incremento de ,7262 sobre el promedio inicial en el post test, por lo cual se puede afirmar que la citada hipótesis ha sido respaldada. Los resultados concuerdan con lo señalado por Maturana y Varela (1984), en el sentido que al observar los prototipos mostrados y detallar las características, tipos de máquinas simples, analizar y evaluar las máquinas simples e indicar las piezas utilizadas en el procedimiento, se está evidenciando el desarrollo de la descripción de la explicación científica.

Es decir, el estudiante al exteriorizar sus ideas, se va dando cuenta de lo que lo rodea, de las características del entorno, es ahí donde construye sus representaciones mentales en el espacio y tiempo, favoreciendo el aprendizaje de

las ciencias tal como lo afirma en su investigación Martín (2013). Ello es corroborado por Kunh (1962) cuando sostiene que para explicar las causas de los fenómenos es necesario conocer que lo ha originado y como es que suceden, lo que permite reafirmar la importancia del proceso de descripción del evento. Tal es así que el estudiante en un ambiente que despierta la curiosidad y la creatividad es capaz de identificar, señalar y narrar las características de los prototipos o máquinas de su realidad, realizando un proceso de asimilación y acomodación en sus estructuras mentales frente a la realidad exterior, en un aprendizaje activo, por ello la forma como es presentada la información cobra relevancia (Piaget, 1978).

En la segunda hipótesis específica que contempla la aplicación del Programa educativo KITROWE para mejorar significativamente la explicación científica respecto a la propuesta generativa, los resultados indican que el programa de intervención educativa ha beneficiado de forma positiva la dimensión de propuesta generativa de la explicación científica, notándose el incremento de 1,2048 sobre el promedio inicial en el Post test, por lo que se puede afirmar que la mencionada hipótesis ha sido respaldada.

Dichos resultados son acordes a lo expresado por Maturana y Varela (1984), en la medida que diseñar la máquina o máquinas simples que intervienen en su prototipo es proponer su idea o principio con respecto a cómo se articulará adecuadamente su prototipo para luego construirla, desarrollándose la propuesta generativa y respondiendo implícitamente a interrogantes del “cómo” se dan los fenómenos de la naturaleza, en este caso el funcionamiento de las máquinas simples. Es un hecho

entonces que es importante desarrollar propuestas generativas, como condición necesaria de la explicación científica.

Una experiencia como ésta que coloca al estudiante en un entorno motivador y creativo favorece el desarrollo de habilidades científicas como hacer suposiciones o propuestas que le permiten explicar cómo se producen o funcionan los eventos o sucesos, elaborando constructos al observar, describir, inferir y evaluar su mejor propuesta en un proceso reflexivo y consciente (Ruiz-Velasco, 2007).

En la tercera hipótesis específica que implica la aplicación del Programa educativo KITROWE para mejorar significativamente la explicación científica respecto a la deducción, los resultados obtenidos muestran que el programa de intervención educativa ha beneficiado de forma positiva la dimensión de deducción de la explicación científica, incrementándose un ,5476 sobre el promedio inicial en el Post test en la dimensión tratada.

De acuerdo con la teoría la dimensión de deducción ha permitido inferir las máquinas simples que intervienen en su prototipo, asimismo se infieren por ejemplo las máquinas simples que operan en la vida cotidiana como palancas, poleas, entre otros. A su vez se diseña la programación que obedecerá el prototipo utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento, lográndose la deducción de fenómenos en forma científica ya que se establece relaciones para responder a “porqué” funciona el prototipo, ratificándose entonces la explicación de los fenómenos naturales a través de deducciones científicas (Maturana y Varela, 1984).

Como indican en su investigación Páez y Pachón (2010) el diseño del ambiente, la manipulación directa y el auto cuestionamiento le permiten al estudiante suponer y apoyado en la teoría incrementarla generando un conocimiento más especializado. En lo que corresponde a la cuarta hipótesis específica, que refiere que la aplicación del Programa educativo KITROWE para mejorar significativamente la explicación científica respecto a la comprobación, los resultados obtenidos revelan que el programa de intervención educativa ha beneficiado de forma positiva dicha dimensión, incrementándose los resultados en los promedios (,7833). Por otro lado estos resultados ratifican que los estudiantes necesitan poner en funcionamiento sus prototipos realizados por ellos mismos y verificar la construcción y diseño, así como la programación planteada para luego compartirla con los demás.

Es real entonces que el programa de intervención educativa ofrece muy buenas oportunidades a los estudiantes de comprobar su propuesta evidenciada en la construcción de sus prototipos, desarrollando explicaciones científicas (Galagovsky, 2008), así mismo esto se corrobora con lo expresado por Ruiz (1999) quien sostiene que las simulaciones permiten explicar y demostrar teoremas, leyes e hipótesis, que evidencian que ha comprendido dicha ley o principio (Carrera, 2002); explicando sus conclusiones y hallazgos (Camacho, 2010) con el uso de una herramienta didáctica tecnológica.

En ese sentido favorece el desarrollo de una metodología para resolver problemas y el trabajo en equipo dentro de un ambiente constructorista, en el que debatir, negociar y concluir son preponderantes para la producción de explicaciones tal

como lo hallaron Cantoral y Reséndtz (2003). Y sobre todo favorece tal como lo señala Rosales (2013) el desarrollo de las habilidades cognitivas superiores.

Como reflexión final se puede dar a conocer el análisis que publica Rivas (2015), sobre los resultados de nuestros estudiantes en ciencias a través de las prueba PISA desde que el Perú participa, los cuales evidencian que a diferencia de los resultados de la prueba del 2009, hay un incremento de 40 puntos, sin embargo no sobrepasa el nivel 2 de logro de los aprendizajes. Ello devela que el aprendizaje de las ciencias demanda la comprensión de los conocimientos, implicando un proceso activo propio del estudiante de aislar, identificar, unir de forma coherente datos externos con otros que tiene, descubrir regularidades, predecir, establecer relaciones, desarrollar estrategias, planificar y experimentar, interpretar, evaluar y tomar decisiones frente a situaciones concretas; conduciéndolos a explicaciones provechosas o meta cognitivas.

Todo ello con la aplicación de actividades y uso de material didáctico tecnológico que permitan generar formas de pensamiento y alcanzar niveles superiores como el pensamiento crítico, manejo de la información, solución de problemas, análisis, regulación y autoevaluación, contribuyendo a lograr una educación de calidad.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES**

1. El programa educativo KITROWE generó cambios positivos y significativos mejorando la Explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria, I.E. 81023- Ascope- La Libertad. Lo que refleja que la participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento y el favorecer la curiosidad, creatividad y capacidades propias de la indagación lo conducen a resolver problemas en forma fundamentada para luego mediante simulaciones explicar científicamente.
2. Respecto a la dimensión de descripción el programa educativo KITROWE generó cambios positivos y significativos mejorando dicha dimensión de la explicación científica. Ello indica que en presencia de los prototipos robóticos

los estudiantes son capaces de identificar, señalar y narrar sus características, quedando claro que la forma como se presenta la información es relevante.

3. La dimensión de propuesta generativa mejoró significativamente después de la aplicación del programa educativo KITROWE, puesto que el estar en contacto con el objeto de estudio y su manipulación, motiva al estudiante a hacer suposiciones o propuestas que le permiten explicar su funcionamiento.
4. La dimensión de deducción mejoró significativamente después de la aplicación del programa educativo KITROWE, logrando que el estudiante al diseñar y construir su prototipo robótico suponga nuevas máquinas simples no previstas en su propuesta inicial.
5. El programa educativo KITROWE generó cambios positivos y significativos mejorando dimensión de comprobación de la explicación científica, puesto que los estudiantes al poner en funcionamiento su prototipo verifican su propuesta, siendo fundamental la simulación del prototipo robótico para explicar y demostrar los principios y teorías.

## **CAPÍTULO VIII**

### **RECOMENDACIONES**

1. Replicar el programa educativo KITROWE por su gran efecto en la mejora de la explicación científica de las máquinas simples y contribuir así al desarrollo de la competencia científica.
2. Aplicar el programa educativo KITROWE para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje, mediante actividades secuenciadas y lógicas que permitan el logro deseado de las capacidades científicas.
3. Aplicar el programa educativo KITROWE como parte del currículo para responder a problemáticas medio ambientales, con el consiguiente diseño y

construcción de prototipos robóticos que contribuyan al cuidado del medio ambiente.

4. Aplicar el programa educativo KITROWE con el fin de favorecer la adquisición de destrezas propias de la indagación, incentivar el interés y agrado por la ciencia, y la adopción de profesiones científicas necesarias para el desarrollo del país.
  
5. Continuar mejorando el desarrollo de la explicación científica de las máquinas simples a través de nuevas propuestas y programas educativos con el uso de materiales didácticos y estrategias metodológicas pertinentes.
  
6. Desarrollar nuevos programas educativos que permitan evidenciar el logro de las diferentes capacidades científicas en busca de una educación integral y de calidad.

## IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakker, G. y Clark, L. (1994). *La explicación, una introducción a la filosofía de la ciencia*. España: Fondo de Cultura económica.
- Bravo, B., Pesa, M. y Pozo, J. (2010). Los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color: Complejidades asociadas a su aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 113-126. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/57185>
- Bunge, M. (1988). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- Camacho, J. (2010). *Concepciones del profesorado y promoción de la explicación científica en la actividad química escolar. Aportes de un modelo de intervención desde la historia de la ciencia para la enseñanza de la electroquímica*. (Tesis Doctoral) Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/DOCTOR/TesisDoctJohCa.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/DOCTOR/TesisDoctJohCa.pdf)
- Camaño, A. (2011). Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Física y Química. *Didáctica de la Física y de la Química. Serie: Didáctica de las Ciencias Experimentales (Física y Química)/Formación y Desarrollo Profesional*, II (5), 121- 142.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de tic: El coeficiente de competencia experta. *Bordón*, 65 (2), 25-38. Recuperado de <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/97990/02%20LaUtilizacionDelJuicioDeExpertoParaLaEvaluacionDeT.pdf?sequence=1>
- Campbell, D. y Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasi Experimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Comenius, J. (1983). *Didáctica Magna*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: Implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 7 (1), 85-94. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/06.pdf>
- Consejería de educación y ciencia (1993). *Plan de orientación educativa de Andalucía. Criterios básicos para su ordenación*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Cruz, J. (2011). *Aplicación de la Robótica Educativa como estrategia en el desarrollo de las capacidades del área de E.P.T. con estudiantes del 7mo grado de la I.E. 3711*. (Tesis de Maestría). Universidad César Vallejo. Lima.

- Cantoral, R. y Reséndiz, E. (2003.) El papel de la variación en las explicaciones de los profesores: un estudio en situación escolar. *Relime*, 6(2), 133-154. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33560203>
- Carrera, A. (2002). *La explicación científica en las ciencias sociales: Del empirismo lógico al realismo científico*. (Tesis doctoral) Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/2308/1/AH2009601.pdf>
- Dewey, J. (1965). *La Relación Teoría Práctica en Educación*. Buenos Aires: Losada.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. y Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12. Recuperado de <http://calteach.ucsc.edu/aboutus/documents/Driver-Constructionofscikn.pdf>
- Escurre, L. (1988) Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de Psicología*. 6 (1-2), 103-111. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/4555/4534>
- Estebaranz, A. (1994). *Didáctica e innovación curricular*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Feynman, R. (1966). ¿Qué es la ciencia? *Décimo cuarta convención anual de la asociación nacional de profesores de ciencias de los Estados Unidos*. Recuperado de <https://nestoriano.files.wordpress.com/2008/08/feynman.pdf>
- Galagovsky, L. (2007) *Apuntes de la asignatura Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza I*. Universidad de Buenos Aires.
- Galagovsky, L. (2008). *¿Qué tienen de naturales las ciencias naturales?* Buenos Aires: Biblos.
- Galvez, M. (25 de marzo de 2013). *La robótica y el método científico* [Mensaje en un blog]. Recuperado de [http://api.ning.com/files/b0cux8vEHWGZq5d0aNnbGXcFjTxZCmQsb81CW7suKh4T2VIy\\*yilH7tgutaUwzSpoHQ6YxrWOW4GIeDJMBxEi3Ek79RyMMfx/LaRobticaysusFases.pdf](http://api.ning.com/files/b0cux8vEHWGZq5d0aNnbGXcFjTxZCmQsb81CW7suKh4T2VIy*yilH7tgutaUwzSpoHQ6YxrWOW4GIeDJMBxEi3Ek79RyMMfx/LaRobticaysusFases.pdf)
- Galvez, M. (26 de junio de 2013). *Qué son los robots* [Mensaje en un blog]. Recuperado de [http://api.ning.com/files/\\*HDzBFbLBYy6eTr0mhMP89WYxlePC6J-ft2VcAQyJelKBmW2Lon8TSbrAXjSR0XoObFrT\\*89J6sY7mS3KdBCJcB14mrzEDGG/Quesonlosrobots.pdf](http://api.ning.com/files/*HDzBFbLBYy6eTr0mhMP89WYxlePC6J-ft2VcAQyJelKBmW2Lon8TSbrAXjSR0XoObFrT*89J6sY7mS3KdBCJcB14mrzEDGG/Quesonlosrobots.pdf)
- Gagné, M. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- Gellon, G., Rosenvasser, E., Furman, M., y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aire: Paidós.

- Gómez, A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Educación y Pedagogía*, XVIII (45), 73-83. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/6088/5494>
- Halbwach, F. (1990). *Historia de la Explicación en Física*. Texto proporcionado por la Dra. Dibar Ure C. en el Simposio Escuela realizado en Carlos Paz, Córdoba, Argentina.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 4a ed. México: Mac Graw Hill.
- Jonansen, D. (1994). Pensando Tecnología: hacia un modelo de diseño constructivista. *Tecnología Educativa*, 34(4), 34-37.
- Korshunok, A. (2006). *Actividad, conciencia y conocimiento científico*. (1a ed. Vol. 1). Lima.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Labra, O. (2013). Positivismo y Constructivismo: Un análisis para la investigación social. *Rumbos TS*, VII (7), 12 – 21.
- López, J. (01 de setiembre de 2014). La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>
- López, L. (2012). Robótica educativa como estrategia metodológica para la formación de capacidades emprendedoras en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato, *XXII Congreso Latinoamericano sobre Espíritu Empresarial*, Universidad ICESI- Universidad Andina Simón Bolívar, Quito.
- Maturana, H. y Varela, F. (1984). *El árbol del conocimiento: Las bases biológicas del conocer humano*. (10a ed.). Santiago de Chile: Universitaria.
- Martín, M. (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3). Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15440/1-419-MartinDiaz.pdf?sequence=7>
- Mesa, L. y Barrena, N. (2013). La robótica educativa como instrumento didáctico alternativo en educación básica. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(22), 59-67. Recuperado de en [http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/411/412](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/411/412)

- Ministerio de educación (2008). *Programa Una Laptop por niño*. Lima. Recuperado de [http://www.perueduca.edu.pe/olpc/OLPC\\_Home.html](http://www.perueduca.edu.pe/olpc/OLPC_Home.html)
- Ministerio de educación (2010). *Robótica educativa wedo. Experiencias científicas-tecnológicas articuladas a matemática, comunicación y ciencia y ambiente*. Lima.
- Ministerio de educación (2013). *PISA 2012: Primeros resultados. Informe Nacional del Perú*. (1a ed.). Lima. Recuperado de [http://www2.minedu.gob.pe/umc/PISA/Pisa2012/Informes\\_de\\_resultados/Informe\\_PISA\\_2012\\_Peru.pdf](http://www2.minedu.gob.pe/umc/PISA/Pisa2012/Informes_de_resultados/Informe_PISA_2012_Peru.pdf)
- Moh, N. y Bee, Y. (2011) Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov- Smirnov, Lilliefors and Anderson- Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2 (1), 21-33. Disponible en <http://instatmy.org.my/downloads/e-journal%202/3.pdf>
- Morles, V. (1998) Sobre la construcción de teorías: o hacer ciencia es algo más que investigar. *Tribuna del Investigador*, 5(2), 85-96. Recuperado de <http://www.tribunadelinvestigador.com/ediciones/1998/2/?i=art3>
- Néreci, I. (1973). *Hacia una didáctica general dinámica*. México: Kapelusz,
- Newbold, P., Carlson, W. y Thorne, B. (2008). *Estadística para la administración y economía*. (6a ed.). Prentice-Hall. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/esta-AE/15.pdf>
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista de informática educativa y medios audiovisuales*, 1(3), 34-46.
- Odorico, A., Lage, F. y Cataldi, Z. (2009). *Educación en robótica, una tecnología integradora*. Recuperado de <http://www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/45.pdf>
- Organización para la cooperación y el desarrollo económicos (2006). *El Programa pisa de la OCDE. Que es y Para qué sirve*. París: Santillana. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Páez, J. y Pachón, A. (2010) Ambiente de aprendizaje para principios básicos de robótica. *Praxis Pedagógica*, (11), 66-77. Recuperado de <http://biblioteca.unimnuto.edu/ojs/index.php/praxis/article/view/509>
- Papert, S. (01 de julio de 2001). ¿Qué es Logo? ¿Quién lo necesita? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=9&idSubX=288>

- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.
- Pérez, R. (2000). *La evaluación de programas educativos: conceptos básicos, planteamientos generales y problemática*. Recuperado de <https://investigacioninnovacioneducacion.files.wordpress.com/2011/02/la-evaluacion-de-programas-educativos.pdf>
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. España: Siglo XXI.
- Pittí, K., Muñoz, L., Moreno, I., Serracín, J., Quintero, J., y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Dialnet*, 13(2), 74 - 90. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979049>
- Pozo, I. y Gomez, A. (2006). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- Rosales, J. (2013). *La robótica educativa en el desarrollo de las habilidades cognitivas de los estudiantes de segundo grado de primaria (Tesis de maestría)*. Universidad César Vallejo. Lima.
- Rivas, A. (2015). *América latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015)*. Buenos Aires: CIPPEC- Instituto Natura.
- Riviere, A. (1996). *La mirada mental*. Buenos Aires: Aique.
- Ruiz, C. (2002). *Instrumentos de investigación educativa. Procedimientos para su diseño y validación*. (1a ed.) Barquisimeto: Cideg.
- Ruiz, J. (1999). *La Simulación como instrumento de aprendizaje (Evaluación de herramientas y estrategias de aplicación en el aula)*. Recuperado de [http://fp.atxuri.net/escenarios/Simulacion\\_como\\_Instrumento\\_de\\_Aprendizaje.pdf](http://fp.atxuri.net/escenarios/Simulacion_como_Instrumento_de_Aprendizaje.pdf)
- Ruiz- Velasco, E., García, J. y Rosas, L. (1989). *Robótica pedagógica virtual para la inteligencia colectiva*. México. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/1351>
- Ruiz- Velasco, E. (1996). Ciencia y tecnología a través de la robótica cognoscitiva. *Perfiles Educativos. México*, (72) Recuperado de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/1351>
- Ruiz- Velasco, E. (2007). *Educatrónica*. (1a ed.). España: Díaz de Santos S.A.

- Sánchez, H. (1998). Metodología y diseños en la investigación científica. Lima: Mantaro.
- Sánchez, M. (2012). Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades para el diseño en niños, niñas y jóvenes en América Latina. Costa Rica: Fundación Omar Dengo.
- OCDE (2006). Pisa 2006 *Marco de la evaluación conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>
- Vázquez, E. (2012) Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en ESO. Un estudio de casos. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 48-73. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390004.pdf>
- Vergara, A. (2015) Diseño e implementación de unidad didáctica basada en robótica educativa, herramienta para el fortalecimiento de habilidades de la creatividad en estudiantes del I.E.D. Eduardo Umaña Mendoza. (Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2170/1/AlvaroVergaraPinilla2015.pdf>
- Von Glasersfeld, E. (1996). *El constructivismo radical. Las ideas, temas, problemas*. Suhrkamp.
- Vygotsky L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PREGUNTA	OBJETIVO GENERAL	UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLES	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO DE ESTUDIO	
Efecto del programa educativo KITROWE en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.	¿Cuál será el efecto del Programa educativo KITROWE en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015?	Determinar el efecto del Programa Educativo “KITROWE” en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.	Estudiante de sexo masculino y femenino del segundo grado A de secundaria de la I.E. N° 81023 “Nuestra Señora de Lourdes.	Kit de Robótica WEDO (Programa Educativo KITROWE).  Explicación Científica  ¿Se pueden medir?  SI X NO	La aplicación del Programa Educativo “KITROWE” mejora significativamente la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.	Tipo: Aplicada  Nivel: Explicativo	
		<b>Objetivos Específicas</b>			<b>Hipótesis Específicas</b>		
		Determinar el efecto del Programa Educativo “KITROWE” en la descripción de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.			La aplicación del Programa Educativo “KITROWE” mejora significativamente la explicación científica respecto a la descripción en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.	Diseño: Experimental	
		Determinar el efecto del Programa Educativo “KITROWE” en la propuesta generativa de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.			La aplicación del Programa Educativo “KITROWE” mejora significativamente la explicación científica respecto a la propuesta generativa en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.		Tipo De Hipótesis: Causal
		Determinar el efecto del Programa Educativo “KITROWE” en la deducción de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.			La aplicación del Programa Educativo “KITROWE” mejora significativamente la explicación científica respecto a la deducción en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.		
Determinar el efecto del Programa Educativo “KITROWE” en la comprobación de la explicación científica en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad en el año 2015.	La aplicación del Programa Educativo “KITROWE” mejora significativamente la explicación científica respecto a la comprobación en los estudiantes de segundo grado de secundaria de la I.E. N° 81023, provincia Ascope, región La Libertad.						

## ANEXO 2

### MATRIZ DEL INSTRUMENTO

Definición conceptual: Las explicaciones son proposiciones producto de la descripción, y que genera una por parte del observador, que al operativizarla generará deducciones que serán luego realizadas y experimentadas, y sólo si se cumplen estas condiciones, la propuesta generativa es una explicación científica. (Maturana y Varela, 1984)

Definición operacional: Conjunto de condiciones que se tienen que lograr para llegar a explicar científicamente un fenómeno natural, comprende la descripción, la propuesta generativa, deducción y la comprobación.

Dimensión	Definición de las dimensión	Indicador	Ítems
1.Descripción	Señalar las características del objeto como las piezas que intervienen en una palanca, identificando el tipo, sus elementos y describiendo su funcionamiento.	Señala las características de las máquinas simples.	9. La siguiente imagen representa una palanca. Identifica la “potencia” e indica la característica que mejor lo describe. 3. La rampa tiene utilidad práctica porque permite:
		Describe en forma coherente conceptos respecto a las máquinas simples.	10. Un albañil desea subir 15 m <sup>3</sup> de arena a un edificio de tres pisos, si lo lleva por la escalera le demandaría varios días ¿Qué máquina simple le convendría emplear? Grafícala.
2. Propuesta Generativa	Relacionar el funcionamiento de las máquinas simples con el tipo al que pertenecen, proponiendo por ejemplo el tipo de palanca y su funcionamiento.	Relaciona el funcionamiento de la máquina simple con el tipo al que pertenece.	2. El prototipo mostrado corresponde a una rana, y para que pueda moverse debe utilizar poleas. ¿Qué debería hacer para reducir la velocidad? 3. Un padre y un niño están en el sube y baja, tal como se muestra en la figura. ¿Cuál debería ser la posición del niño para levantar a su padre?
		Aplica el tipo de máquina simple ante las situaciones simuladas.	11. Un hombre quiere mover una piedra de 150 kg con una tabla de 2m de largo y sitúa el punto de apoyo a 50 cm. de la piedra. ¿Con qué máquina simple se podrá mover la piedra? Esquematiza el modelo propuesto.
3.Deducion	Proponer nuevas posibilidades y actividades con el uso de la palanca propuesta que deriven por ejemplo a otro tipo de palanca, suponiendo también el funcionamiento de los modelos que sugiere.	Infiere nuevos diseños sobre la base de máquinas simples propuestas e inversamente.	12. Observa las figuras 1 y 2. Grafica una máquina compleja utilizando las dos máquinas simples mostradas. 5. Observa la figura, analiza su funcionamiento ¿Qué tipo de máquinas simples se puede deducir que están presentes en esa gran máquina?
		Infiere el funcionamiento de nuevos modelos robóticos.	6. El siguiente prototipo “COCODRILO” que abre y cierra su boca al captar cuerpos cercanos, obedece a una programación WEDO. En la parte inferior hay algunas programaciones, analízalas y determina ¿Cuál de ellas permite su funcionamiento?
4.Comprobación	Construir el prototipo diseñado y poner en prueba lo propuesto, su funcionamiento y su comprobación.	Verifica el prototipo diseñado.	7. Observa la imagen del “cargador frontal”, examínalo y comprueba los pasos para su construcción. 8. El prototipo de cocodrilo mostrado ha sido diseñado con el fin de que este abra y cierre la boca al captar algún movimiento. Analiza y manifiesta ¿Qué máquinas simples se conectan para el funcionamiento del prototipo.
		Evalúa la máquina propuesta.	9. La siguiente figura representa un sistema de palanca. ¿Qué sucederá con los puntos A o B?

ANEXO 3

PRUEBA DE EXPLICACIÓN CIENTÍFICA



CODIGO DEL ESTUDIANTE:  SECCIÓN:  EDAD:

APELLIDOS:  SEXO: F

NOMBRES:  M

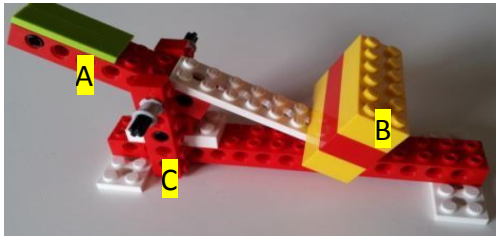
I.E. N° 81023 "NUESTRA SEÑORA DE LOURDES -UGEL ASCOPE- LA LIBERTAD

Estimado estudiante estoy realizando una investigación titulada: EFECTO DEL PROGRAMA KITROWE EN LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA con el propósito de recoger información válida sobre ese aspecto, información que servirá para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. El tiempo es de 60'

También es importante aclarar que esta evaluación no forma parte de la nota del curso.

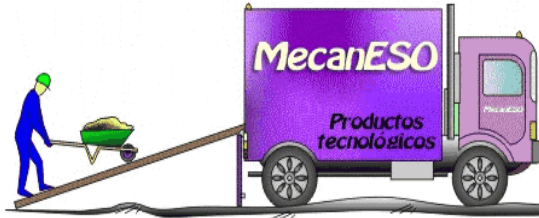
I. **INSTRUCCIONES:** Lee detenidamente los siguientes enunciados, y marca con una X la respuesta correcta.

1. La siguiente imagen representa una palanca. Identifica la “potencia” e indica la característica que mejor lo describe



- a) Fuerza que tenemos que aplicar.
- b) Fuerza que tenemos que vencer.
- c) Punto donde se apoya la barra rígida.
- d) Distancia entre el punto de apoyo y la fuerza.

2. La rampa tiene utilidad práctica, porque permite:



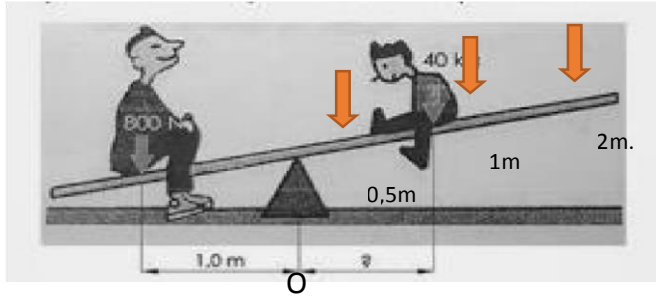
- a) Elevar y descender objetos con un menor esfuerzo.
- b) Elevar objetos a altos pisos.
- c) Descender objetos descontroladamente.
- d) Utilizar el 100 % de la fuerza.

3. El prototipo mostrado corresponde a una rana, y para que pueda moverse debe utilizar poleas. ¿Qué debería hacer para reducir la velocidad?



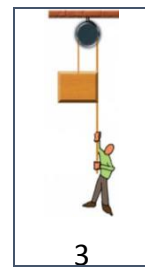
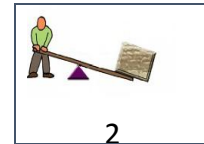
- a) Conectar el motor a la polea pequeña.
- b) Conectar el motor a la polea grande
- c) Cambiar la polea pequeña por una polea grande y conectarle el motor.
- d) Cambiar la polea grande por una polea pequeña y conectarle el motor.

4. Un padre y un niño están en el sube y baja, tal como se muestra en la figura. ¿Cuál debería ser la posición del niño para levantar a su padre?



- a) 0,5m.  
b) 1m.  
c) 2m.  
d) 0 m.

5. Observa la figura, analiza su funcionamiento ¿Qué tipo de máquinas simples se puede deducir que están presentes en esa gran máquina?



a) 1 y 2

b) 2 y 3

c) 1 y 3

d) 1, 2 y 3

6. El siguiente prototipo “COCODRILO” que abre y cierra su boca al captar cuerpos cercanos, obedece a una programación WEDO. En la parte inferior hay algunas programaciones, analízalas y determina ¿Cuál de ellas permite su funcionamiento?



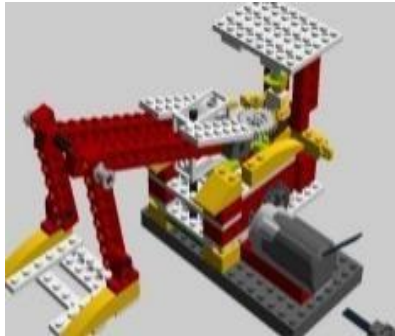
a)

b)

c)

d)

7. Observa la imagen del “cargador frontal”, examínalo y comprueba los pasos para su construcción.



1



2



3



4

a) 1, 4, 2, 3

b) 3, 2, 1, 4

c) 3, 2, 4, 1

d) 4, 2, 3, 1

8. El prototipo de cocodrilo mostrado ha sido diseñado con el fin de que este abra y cierre la boca al captar algún movimiento. Analiza y manifiesta ¿Qué máquinas simples se conectan para el funcionamiento del prototipo?



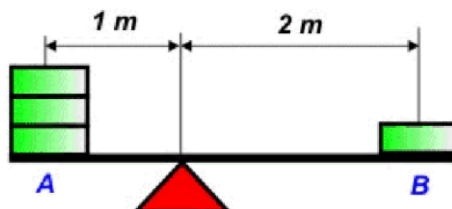
a) Palanca y plano inclinado.

b) Poleas y fajas.

c) Engranajes y tornillo.

d) Palanca y polea.

9. La siguiente figura representa un sistema de palanca. ¿Qué sucederá con los puntos A o B?



a) Bajará “A”

b) Bajará “B”

c) Permanecerá en equilibrio.

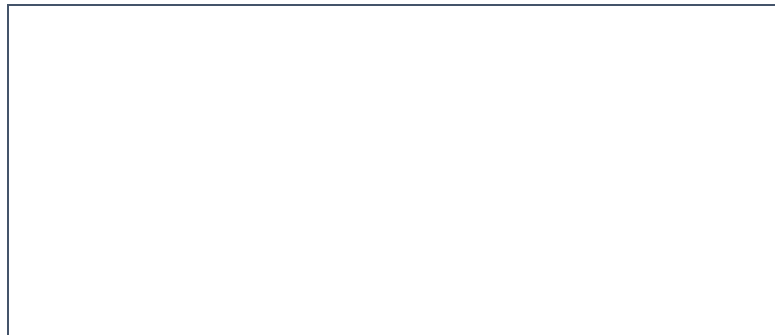
d) Bajará “B” y luego subirá.

**II. INSTRUCCIONES:** Lee detenidamente los siguientes enunciados, grafica lo que se te pide.

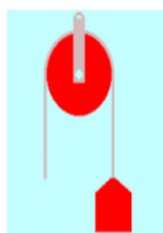
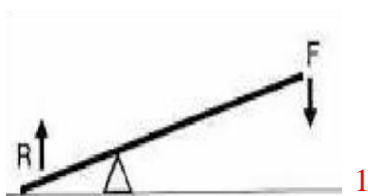
10. Un albañil desea subir  $15 \text{ m}^3$  de arena a un edificio de tres pisos, si lo lleva por la escalera le demandaría varios días ¿Qué máquina simple le convendría emplear? Grafícala.



11. Un hombre quiere mover una piedra de  $150 \text{ kg}$  con una tabla de  $2 \text{ m}$  de largo y sitúa el punto de apoyo a  $50 \text{ cm}$  de la piedra. ¿Con qué máquina simple se podrá mover la piedra? Esquematiza el modelo propuesto.



12. Observa las figuras 1 y 2. Grafica una “máquina compleja” utilizando las dos máquinas simples mostradas



**ANEXO 4**

**PROGRAMA EDUCATIVO KITROWE**



**TEMA: MÁQUINAS SIMPLES**

**AUTOR: SOLEDAD CRISTINA HILARIO AHÓN**

**PROFESORA DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y AMBIENTE**

**2015**

## **PROGRAMA EDUCATIVO KITROWE EN LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA**

### **I. FUNDAMENTACIÓN:**

Un programa educativo es la forma de organizar, planificar, ejecutar y evaluar las actuaciones de cada área, o también, es una acción planificada dirigida a lograr unos objetivos con lo que se satisfacen unas necesidades (CECJA, 1992). Es un conjunto de actividades secuenciadas que obedecen a un análisis del contexto, persiguen objetivos, o como lo plantea Pérez (2000) “un plan sistemático diseñado por el educador como medio al servicio de las metas educativas”. Así mismo supone la búsqueda de materiales y recursos educativos y la evaluación del programa educativo.

En la escuela es fundamental aprender a aprender por lo que es necesario que el estudiante utilice sus conocimientos, habilidades y destrezas que lo empoderen a aprender a lo largo de su vida, darse cuenta de lo que aprende y cómo lo aprende, así como aprender a analizar la realidad y transformarla. Es indiscutible pues que el uso de materiales didácticos le da la oportunidad al estudiante de aproximarlos a la realidad y le ofrece la ocasión de actuar mediante actividades atractivas y creativas, sin dejar de lado el objetivo de llevarlo a trabajar, investigar, descubrir y construir. (Néreci, 1973)

El presente programa basado en el uso del Kit de robótica WEDO cuya característica educativa es brindar al estudiante la posibilidad de diseñar, programar, construir y evaluar su prototipo robótico, busca desarrollar actividades

como el diseño, construcción, programación y prueba de los diseños robóticos, mediante los cuales el estudiante participe activamente y guiado por el docente aprenda a utilizar los procesos de la explicación científica a nivel del aula. La explicación científica según Maturana y Varela (1984) tiene 4 condiciones: Descripción, propuesta generativa, deducción y realización de la experiencia.

- a. Descripción.- Señalar las características del objeto como las piezas que intervienen en una palanca, identificando el tipo, sus elementos y describiendo su funcionamiento.
- b. Propuesta Generativa: Relacionar el funcionamiento de las máquinas simples con el tipo al que pertenecen, proponiendo por ejemplo el tipo de palanca y su funcionamiento.
- c. Deducción: Proponer nuevas posibilidades y actividades con el uso de la palanca propuesta que deriven por ejemplo a otro tipo de palanca, suponiendo también el funcionamiento de los modelos que sugiere.
- d. Realización de la Experiencia: Construir el prototipo diseñado y poner en prueba lo propuesto, su funcionamiento y su comprobación.

## **II. JUSTIFICACIÓN:**

La explicación pertinente de los fenómenos naturales por parte de los estudiantes enfrenta serias deficiencias impidiendo la aplicación de lo aprendido en diferentes

situaciones problemáticas. Ante ello es necesario mejorar los procesos de la explicación científica de los estudiantes de segundo grado, desarrollando una serie de actividades que evidencien la explicación científica con el uso del Kit de robótica WEDO presente en los procesos desarrollados. Generando la aplicación de estos procesos a su realidad y transformarla, es decir aprender a aprender.

En ese sentido el desarrollo del presente programa brindará a los docentes una estrategia útil, por sus productos, por sus procesos trabajados y por sus mejores resultados académicos.

### **III. OBJETIVOS:**

**Objetivo General:** Aplicar el Programa educativo KITROWE para evidenciar la explicación científica de las máquinas simples en los estudiantes de segundo grado de secundaria.

#### **Objetivos Específicos:**

1. Desarrollar en el tema de máquinas simples aprendizajes con los procesos de la explicación científica utilizando el Kit de Robótica WEDO.
2. Aplicar un material teórico- práctico con una serie de actividades didácticas utilizando el Kit de Robótica WEDO.

### **IV. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS:**

El programa educativo KITROWE desarrolla un conjunto de sesiones de clase que utiliza como material didáctico el kit de robótica WEDO en el nivel secundario, se

desarrollará en 10 sesiones de aprendizaje relacionados con el estudio de las máquinas simples como palancas, poleas, ruedas, ejes y engranajes.

Se formarán 4 equipos de trabajo con el Kit de robótica WEDO para cada equipo: en cuya estrategia y actividades se manipulará dicho material didáctico tecnológico a través del diseño, construcción, programación, y el probar el prototipo robótico. Cada sesión se realizará dos veces por semana y en cada una se pondrá en práctica los procesos de la explicación científica.

En el desarrollo de las sesiones de aprendizaje se buscará poner énfasis en los procesos de la explicación científica, sin descuidar la realización de los procesos complementarios como el aprendizaje de los conceptos tratados de acuerdo al estudio de las máquinas simples; con la finalidad de afianzar estos procesos en los estudiantes. Esto se realizará de la siguiente manera:

1. Sesión 01: ¿Qué son las máquinas simples?
2. Sesión 02: Palancas: de 1er. Género
3. Sesión 03: Palancas de 2do. Género
4. Sesión 04: Palancas de 3er. Género
5. Sesión 05: Poleas.
6. Sesión 06: Ruedas
7. Sesión 07: Engranajes
8. Sesión 08: Plano inclinado
9. Sesión 09: Cuña
10. Sesión 10: Construyendo Maquinas Complejas

## **V. METODOLOGÍA:**

EL programa basado en el uso del Kit de robótica WEDO se implementará bajo la metodología de Aprendizaje Activo (Bravo y Forero, 2012) el cual se adapta a un modelo de aprendizaje en el que el papel principal corresponde al estudiante, quien construye el conocimiento a partir de unas pautas, actividades o escenarios diseñados por el profesor.

La intervención será realizada por el docente investigador. Para este estudio se implementaron en el aula diez secuencias didácticas relacionadas a máquinas simples. Como parte del trabajo con dichas secuencias se realizarán actividades que incluyeron la descripción de las máquinas simples, la propuesta generativa de la máquina simple que interviene así como su funcionamiento; la deducción de nuevas máquinas simples o su funcionamiento y la comprobación de lo propuesto a través de experiencias. Se utilizarán además materiales audiovisuales y textos para la presentación de la información.

## **VI. MEDIOS Y MATERIALES:**

Se utilizará el Kit de robótica WEDO.

## **VII.EVALUACIÓN:**

Teniendo en cuenta que la evaluación es permanente el Programa educativo KITROWE nos permite:

- Estimar los indicadores de logro planteados.
- Evaluar a través de guías de observación los desempeños en cada sesión.

- Después de 10 sesiones de trabajo en equipo se realiza una evaluación individual a todos los 20 estudiantes.
- Aplicación de prueba de entrada y salida.
- La evaluación será formativa y sumativa.

**EXPLICACIÓN CIENTÍFICA**

N° de sesión	Nombre de la sesión	Actividades				Indicadores de logro
		Descripción	Propuesta generativa	Deducción	Realización de la experiencia	
1	¿Qué son las máquinas simples?	Observan videos sobre las máquinas simples. Describe las características, funcionalidad y utilidad de las máquinas simples. En equipos de 5 analizan y evalúan los tipos de máquinas simples observados. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Diseñan su propuesta de la máquina simple que interviene. Propone la máquina simple requerida ante una situación dada. Construye con el Kit de Robótica su propuesta.	Infieren algunas máquinas simples en sus prototipos y en ejemplos cotidianos. Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.	Pone en funcionamiento su prototipo para su verificación y de los pasos de su construcción, y programación diseñada. Explican la experiencia realizada a sus compañeros y docente mediante la simulación de su prototipo.	Analiza y describe la importancia de las máquinas simples en la vida cotidiana.
2	Palancas de Primer Género	Observan videos sobre las máquinas simples. Describe las características, tipos de palancas, elementos y funcionamiento la palanca de primer género. En equipos de analizan y evalúan las palancas de primer género observadas. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Diseñan su propuesta de la palanca que interviene. Propone la palanca requerida ante una nueva situación dada. Construye con el Kit de Robótica su prototipo.	Infieren las palancas de primer género u otras, y en ejemplos cotidianos. Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.	Pone a funcionamiento su prototipo para su verificación y de los pasos de su construcción, y programación diseñada. Realiza cálculos. Explican la experiencia realizada a sus compañeros y docente.	Propone la palanca de primer género y su importancia en la vida cotidiana.
3	Palancas de Segundo Género	Observan modelos sobre palancas. Describe que sucede si cambia la posición de la resistencia y se coloca entre la potencia y la resistencia. ¿Cómo funciona? ¿En dónde las encontramos? En equipos de analizan y evalúan las palancas de segundo género observados. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Diseñan su propuesta de la palanca que interviene. Propone la palanca requerida ante una nueva situación dada. Construye con el Kit de Robótica su prototipo.	Infieren las palancas de segundo género y otras y en ejemplos cotidianos. Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.	Pone a funcionamiento su prototipo para su verificación y de los pasos de su construcción, y programación diseñada. Realiza cálculos. Explican la experiencia realizada a sus compañeros y docente.	Deduce la palanca de segundo género y su relevancia en la vida cotidiana.

4	Palancas de Tercer género	<p>Observan modelos sobre palancas de tercer género.</p> <p>Describe qué sucede si cambia la posición de la fuerza y se coloca entre el punto de apoyo y la resistencia, ¿cómo funciona? ¿En qué ejemplos las encontramos?</p> <p>En equipos de analizan y evalúan las palancas de tercer género observados.</p> <p>Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.</p>	<p>Diseñan su propuesta de la palanca que interviene.</p> <p>Propone la palanca requerida ante una nueva situación.</p> <p>Construye con el Kit de Robótica su prototipo.</p>	<p>Infieren las palancas de tercer género y otras, y en ejemplos cotidianos.</p> <p>Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.</p>	<p>Comprueban su prototipo, verificando los pasos de su construcción, y programación diseñada.</p> <p>Realiza cálculos.</p> <p>Explican la experiencia realizada a sus compañeros y docente.</p>	<p>Realiza experiencias que comprueban el funcionamiento de la palanca de tercer género.</p>
5	Poleas	<p>Observa y describe las poleas, y describe ¿Cuáles son sus tipos? ¿Para qué sirven y cómo funcionan?</p> <p>Analizan y evalúan los tipos de poleas presentados.</p> <p>Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.</p>	<p>Diseña su prototipo con la máquina simple propuesta y sus tipos.</p> <p>Ante una situación dada propone la máquina simple requerida.</p> <p>Construye con el Kit de Robótica su prototipo.</p>	<p>Deducen las poleas presentes en las máquinas mostradas, y esquematiza.</p> <p>Diseña su programación utilizando el software WEDO para establecer su funcionamiento.</p>	<p>Verifica la construcción de su prototipo, lo hace funcionar, coteja los pasos para su construcción, y la programación.</p> <p>Realiza cálculos de comprobación.</p> <p>Explica la experiencia realizada a sus compañeros y docente.</p>	<p>Analiza y describe la importancia de las poleas en la vida cotidiana.</p>
6	Ruedas	<p>Observan videos sobre el uso de la rueda y su historia.</p> <p>Responde de forma descriptiva a interrogantes como: ¿Cuáles son sus características? ¿Para qué sirven y cómo funcionan?</p> <p>Analizan y evalúan las máquinas presentadas.</p> <p>Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.</p>	<p>Diseñan su propuesta con la máquina simple presentada.</p> <p>Propone la máquina simple requerida ante una situación dada.</p> <p>Construye con el Kit de Robótica su prototipo.</p>	<p>Deduca las ruedas y su funcionamiento en ejemplos cotidianos.</p> <p>Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.</p>	<p>Pone a funcionamiento su prototipo para su verificación de los pasos de su construcción, y programación diseñada.</p> <p>Explican la experiencia realizada a sus compañeros y docente.</p>	<p>Analiza y describe la importancia de las ruedas en las grandes máquinas y su uso en la vida cotidiana.</p>
7	Engranajes	<p>Observa y describe los engranajes, respondiendo ¿Cuáles son sus tipos? ¿Para qué sirven y cómo funcionan?</p>	<p>Diseña su propuesta con la máquina simple presentada y sus tipos.</p>	<p>Deducen los engranajes presentes en las máquinas mostradas, las esquematiza. Así</p>	<p>Verifica la construcción de su prototipo y lo pone en funcionamiento, así como los</p>	<p>Propone los engranajes que intervienen en las grandes</p>

		Analizan y evalúan los tipos de engranajes presentados. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Ante situaciones dadas propone la máquina simple requerida. Construye con el Kit de Robótica su prototipo.	deduce también la presencia de otras máquinas simples Diseña su programación utilizando el software WEDO para precisar su funcionamiento.	pasos para su construcción, y la programación diseñada. Explica la experiencia realizada a sus compañeros y docente.	máquinas y cinemática
8	Plano Inclinado	Observa y describe el plano inclinado, respondiendo ¿Cuáles son características? ¿Para qué sirven y cómo funciona? Analiza y evalúa el plano inclinado en las grandes máquinas, suponiendo luego las máquinas que intervienen. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Diseña su prototipo con la máquina simple propuesta. Frente a situaciones problema propone la máquina simple requerida. Construye con el Kit de Robótica su propuesta.	Infieren el plano inclinado presente en las máquinas mostradas. Así como la presencia de otras máquinas simples. Diseña su programación (software WEDO) para determinar su funcionamiento.	Pone En funcionamiento su prototipo. Verifica, los pasos para su construcción, y la programación diseñada. Explica la experiencia realizada a sus compañeros y docente.	Deduca el plano inclinado que interviene en las grandes máquinas.
9	Cuña	Realiza descripciones sobre las características, el funcionamiento y la utilidad de la cuña. Analiza y evalúa la cuña en las grandes máquinas, proponiendo luego la máquina simple que interviene. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Diseña su prototipo con la máquina simple propuesta. Ante una situación problemática dada propone la máquina (diseño) simple requerida. Construye con el Kit de Robótica su propuesta.	Infieren la cuña presente en las máquinas mostradas, deduce la presencia de otras, esquematiza y construye con el Kit de Robótica. Diseña su programación utilizando el software WEDO para determinar su funcionamiento.	Construye su prototipo utilizando la cuña. Verifica su funcionamiento, y la programación diseñada. Explica la experiencia realizada a sus compañeros y docente.	Realiza experiencias que comprueban el funcionamiento de la máquina con cuña.
10	Máquinas Simples	Observa y describe las máquinas simples utilizadas, respondiendo ¿Dónde las encontramos? ¿Por qué son importantes en nuestra vida? Evalúa las máquinas simples en las grandes máquinas, proponiendo luego la máquina simple que interviene. Indican las piezas utilizadas en el procedimiento.	Diseña su prototipo con la máquina simple propuesta. Frente a una situación problemática propone la máquina (diseño) simple requerida. Construye con el Kit de Robótica su propuesta.	Deducen las máquinas simples empleadas en las grandes máquinas esquematizándolas y construyéndolas con el Kit de Robótica. Diseña su programación utilizando el software WEDO para Determinar su funcionamiento.	Verifica su funcionamiento y los pasos para su construcción, y la programación diseñada. Realiza cálculos de comprobación. Explica la experiencia realizada a sus compañeros y docente.	Realiza experiencias que comprueban el funcionamiento de la máquina compleja con las máquinas simples posibles.

## ANEXO 5

### LISTA DE JUECES EXPERTOS

EXPERTO	INSTITUCIÓN DONDE LABORA Y CARGO
Dr. Hugo Sanchez Peláez	Docente de post grado de la UNT
Dra. Loreley Vásquez Correa,	Docente de post grado de la UNT
Dr. Lucas Palacios Liberato	Docente de post grado de la UPCH,
Dra. Trinidad Rodríguez Ramírez	Docente de post grado de la UPCH
Dr. Martín Delgado Junchaya	Docente de post grado de la UPAO de Trujillo

## ANEXO 6 EXONERACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Vicerrectorado de Investigación  
Dirección Universitaria de Investigación,  
Ciencia y Tecnología - DUICT

### CONSTANCIA 335 - 14- 15

El Presidente del Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité de Ética, bajo la categoría de revisión **EXENTA**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Efecto del programa educativo kitrowe en la explicación científica en estudiantes de segundo grado de secundaria I.E N°81023, Ascope - La Libertad. 2015."  
Código de inscripción : 64536  
Investigador principal : Hilario Ahon de Cerna, Soledad Cristina

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. **Protocolo de Investigación**, versión recibida en fecha 27 de mayo del 2015.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la Confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un período de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador esta exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y solo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **15 de junio del 2020**.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 16 de junio del 2015.

  
Dra. Frine Samalvides Cuba  
Presidenta (e)  
Comité Institucional de Ética en Investigación



AVV

Av. Honorio Delgado 430, Lima 31 / Apartado Postal 4314, Lima 100, Telefax: 482-4541  
Teléfono: 319-0000 Anexo: 2271 / 2542  
e-mail: [duict@oficinas-upch.pe](mailto:duict@oficinas-upch.pe) <http://www.upch.edu.pe/vrinve/duict/>