

# MANUAL DE ROBÓTICA EDUCATIVA EN EL AULA

**-Documento en proceso de revisión-**



Viceministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación  
Dirección Nacional de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación  
Gerencia de Tecnologías Educativas  
Departamento de investigación y capacitación docente  
Coordinación de Robótica Educativa



**Créditos**

**Franzi Hasbún Barake**  
**Ministro de Educación**

**Doctor Héctor Jesús Samour Canán**  
**Viceministro de Educación**

**Erlinda Hándal Vega**  
**Viceministra de Ciencia y Tecnología**

**William Ernesto Mejía Figueroa**  
**Director Nacional en Ciencia Tecnología e Innovación**

---

Equipo Técnico

Gerencia de Tecnologías Educativas  
Departamento de Investigación y Capacitación Docente  
Coordinación de Robótica Educativa

Maira Celina Serrano Jiménez  
María Elena Martínez Durán  
Edwin Rolando Guch Alemán  
José Raúl Rodríguez  
José David Calderón  
Jimmy Franklin Rodríguez Marín

Diseño de logo:  
Juan Carlos Monjarás  
Departamento de web y portales

Edición:  
Alfonso Abraham Alvarenga Gamero

Edición revisada noviembre 2013

# Manual de Robótica Educativa en el Aula

## ALCANCE

Este manual se sitúa dentro de la ejecución del Proyecto de Robótica Educativa El Salvador, con el objetivo de brindar al docente de educación básica algunas herramientas esenciales y necesarias para la incorporación de la ciencia y la tecnología (por medio de la robótica) en los métodos de enseñanza.

Es un elemento dentro de un conjunto de recursos que el Viceministerio de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación pone al alcance del docente para capacitarse en el tema de la robótica educativa. Para ello, se introduce en él a la historia y a la evolución de la robótica, su importancia en la educación, y la estrecha relación que guarda con la metodología actual de educación.

Parte de los objetivos del manual es iniciar al docente en la programación de robots (virtuales y físicos), logrando un nivel básico de conocimientos que le permita a ellos seguir explorando este tema de forma autodidacta, y guiar a sus estudiantes en la incursión al mundo de la tecnología y de la inteligencia artificial.



## 1 Introducción

El Plan Social Educativo “Vamos a la escuela” 2009-2014 del Ministerio de Educación (MINED), menciona: el sistema educativo formará ciudadanos con juicio crítico, capacidad reflexiva e investigativa y con las habilidades y destrezas para la construcción colectiva de nuevos conocimientos, que les permitan transformar la realidad social, valorar y proteger el medio ambiente<sup>1</sup>. Además dice: formará estudiantes para que desempeñen en el futuro un rol importante en el desarrollo científico y tecnológico mediante la aprehensión de una suficiente y apropiada cultura científica y tecnológica, que les proporcione elementos necesarios para incorporarse y participar efectivamente como usuarios y productores de ciencia y tecnología.

En consecuencia al enunciado anterior es importante introducir proyectos y metodologías que contribuyan al desarrollo de la ciencia, que además se implementen estrategias que permitan ampliar las habilidades y conocimientos en docentes y estudiantes para enfrentar los nuevos retos del siglo XXI y prepararlos con apoyo de la ciencia y la tecnología como docentes integrales en el ámbito educativo.

Es así como el MINED, por medio de la Gerencia de Tecnologías Educativas y la Dirección Nacional de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación, del Viceministerio de Ciencia y Tecnología, crea el Proyecto de Robótica Educativa (PRE) con el propósito de estimular a los estudiantes desde sus primeros años de vida escolar el interés por la Ciencia y la Tecnología, transformarla y ponerla al servicio de la sociedad.

El Proyecto de Robótica Educativa (PRE) incluye 4 etapas:

1. Asistencia técnico pedagógica, que incluye el sub componente de Formación Docente para la enseñanza de la Robótica Educativa.
2. Dotación de kits.
3. Monitoreo y evaluación.
4. Visibilidad, el cual contempla el desarrollo anual del Campamento de Robótica Educativa y demostración de proyectos.

Este manual ha sido creado con el objetivo de entregarle al personal docente participante del Proyecto de Robótica Educativa material impreso que le permita desarrollar por medio de talleres y de forma sistemática, las bases para impartir la enseñanza de la Robótica Educativa por medio del aprendizaje basado en proyectos con una metodología constructivista e innovadora.

La metodología que se propone implementar en el PRE, permite cambiar los paradigmas de sus participantes, de tal forma que considere la tecnología como una nueva forma de enseñar y aprender y no como el cimiento. Es por ello que la estructura del manual se presenta de acuerdo a los objetivos del proyecto y servirá de guía a cada docente participante para desarrollar las actividades prácticas que se presentan.

El manual consta de una introducción, un formulario de inscripción y autoevaluación, una rúbrica inicial, nueve módulos y una rúbrica final.

---

<sup>1</sup> MINED, 2011. Plan social educativo “Vamos a la escuela” 2009-2014,

Sus módulos son los siguientes: Módulo 0 (Sensibilización), Módulo 1 (Fundamentos de Robótica Educativa), Módulo 2 (Aprendizaje basado en Proyectos), Módulo 3 (Conceptualización de Robótica Educativa), Módulo 4 (Agentes y Robótica), Módulo 5 (Programación en Robótica Educativa), Módulo 6 (Robots Cooperativos e Industriales), Módulo 7 (Anatomía de un Robot), Módulo 8 (Proyectos de Robótica Educativa)

Cada módulo desarrolla un tema general y presenta, además, varias actividades planteadas por medio de guías de trabajo con fundamentación teórica.

Cada guía de trabajo contiene los objetivos, la descripción de la actividad práctica, los recursos o materiales necesarios, el tiempo que requiere el desarrollo de la actividad y el procedimiento, en donde están los pasos a realizar por cada docente participante. El enfoque que presentan las actividades hacen concebirlas en un sentido más amplio que un procedimiento o una secuencia de pasos a seguir; por ello constituyen la parte central en este manual.

No se puede obviar la teoría que sustenta cada actividad. Por tanto, cada una incluye una fundamentación teórica que sirve a los propios docentes para desarrollar sus proyectos, pero no para ser leída durante los talleres para que no se conviertan en un proceso monótono ni con falta de dinamismo. Además, cada docente dispondrá de nuevos recursos educativos por medio de la plataforma del primer curso virtual y de la red social de Robótica Educativa en una nueva plataforma denominada EDMODO, cuya finalidad es eminentemente educativa. Mediante ésta misma plataforma se mostrarán y se evidenciarán los avances que cada centro educativo irá obteniendo en el Proyecto de Robótica Educativa. Estos materiales y recursos han sido desarrollados como parte de la asistencia técnica.

Queda a disposición de cada docente incluir indicaciones adicionales en el trabajo con sus estudiantes y desarrollar sus actividades de una forma lúdica, práctica y motivadora. No obstante, cada uno debe fundamentar su práctica en este material teórico, el cual podrá compartir por medio de los dos recursos ya mencionados anteriormente.



## Creative Commons

Esto es un resumen fácilmente legible del texto legal<sup>2</sup>.

### Usted es libre de:

- **Compartir**—copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, y
- **Derivar**—hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento**—Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Compartir bajo la misma licencia**—Si transforma o modifica esta obra para crear una obra derivada, sólo puede distribuir la obra resultante bajo la misma licencia, una similar o una compatible.

### Entendiéndose que

- **Exoneración**—Cualquiera de estas condiciones puede ser exonerada si obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.
- **Otros derechos**—De ninguna manera son afectados por la licencia los siguientes derechos:
  - Los previstos como excepciones y limitaciones de los derechos de autor, como el uso legítimo;
  - Los derechos morales del autor; y
  - Los derechos que otras personas puedan tener sobre la misma obra así como sobre la forma en que se utilice, tales como los derechos de imagen o de privacidad.
- **Nota**—Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra. La mejor forma para hacerlo es con un enlace a [http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es\\_ES](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES)

Logos e imágenes utilizados así como también marcas a las que se les hace referencia en este documento le pertenecen a las respectivas empresas o entidades que les crearon.

---

2 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>



## Índice de contenido

1	Introducción.....	iii
2	Agenda de Capacitación taller Robótica Educativa.....	xiii
2.1	Día 1.....	xiii
2.2	Día 2.....	xiv
2.3	Día 3.....	xv
2.4	Día 4.....	xvi
2.5	Día 5.....	xvii
3	Diagnóstico inicial para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas.....	19
4	MÓDULO 0 - “SENSIBILIZACIÓN”.....	23
4.1	Propósitos.....	24
4.2	Descripción.....	24
4.3	Resumen de Actividades.....	24
4.4	Importancia de los procesos de aprendizaje en niños y niñas del siglo XXI.....	25
4.4.1	Actividad 1 – Análisis y reflexión sobre la sociedad actual.....	26
4.5	Inteligencias múltiples.....	27
4.5.1	Base teórica para la teoría de las Inteligencias Múltiples.....	27
4.5.2	Descripción de las inteligencias múltiples.....	29
4.5.3	Actividad 2 – En busca de las habilidades personales.....	30
4.6	Reflexión sobre el uso tecnológico en el entorno.....	32
4.6.1	Competencias del uso de las TIC.....	33
4.7	Formas de aprender sobre tecnología.....	34
4.7.1	Aprendiendo “de” la tecnología.....	34
4.7.2	Nuevas capacidades tecnológicas.....	35
4.7.3	Actividad 3 - El impacto de las tecnologías en el proceso educativo.....	35
4.8	¿Es la robótica parte del entorno cotidiano? ¿Cómo descubrirlo?.....	36
5	MÓDULO I - “FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”.....	39
5.1	Propósitos.....	40
5.2	Descripción.....	40
5.3	Resumen de actividades.....	40
5.4	Introducción a Robótica.....	41
5.5	Fundamentos de Robótica.....	41
5.6	¿Qué es un robot y qué no lo es?.....	41
5.6.1	¿Una batidora, es un robot?.....	42
5.6.2	¿Un carro es un robot?.....	42
5.6.3	¿Qué dice la sociedad que es un robot?.....	42
5.6.4	Etimología.....	42
5.7	Los primeros autómatas.....	42
5.8	Desarrollo cronológico.....	43
5.8.1	Actividad 1 - Historia de la robótica.....	45
5.9	La robótica en la actualidad.....	46
5.10	Clasificación de los robots.....	47
5.10.1	Según su cronología.....	47
5.10.2	Según su inteligencia.....	47
5.10.3	Según el control.....	47
5.10.4	Según su lenguaje de programación.....	48
5.10.5	¿Más clasificaciones?.....	48
5.11	Los robots en diferentes áreas.....	48
5.11.1	Literatura.....	49
5.11.1.1	Isaac Asimov.....	49
5.11.1.2	Las tres leyes de la robótica.....	49
5.11.2	Cine y televisión.....	50
5.12	Cuestiones éticas.....	50
5.13	El mercado de la robótica y las perspectivas futuras.....	52
5.13.1	Robótica en la educación.....	52

5.14 Aplicaciones.....	52
5.14.1 Actividad 2 - Robots en el entorno.....	54
5.15 Robótica educativa.....	56
5.15.1 ¿Qué es la robótica educativa?.....	56
5.15.2 Fundamentación.....	56
5.15.3 Aprendizaje de las ciencias.....	57
5.15.4 Materiales utilizados - ¿Al alcance de quiénes?.....	57
5.15.5 Actividad 3 - Construcción de un brazo Robot.....	58
5.16 Experiencia de Robótica Educativa en varios países.....	59
5.16.1 Argentina.....	59
5.16.2 Chile.....	59
5.16.3 España.....	60
5.16.4 El Salvador.....	61
5.16.5 Actividad 4 - Explorando en Internet.....	61
5.17 Etapas que deben experimentar los y las docentes.....	62
5.17.1 Los y las estudiantes.....	63
5.18 Herramientas útiles para la Robótica Educativa.....	63
5.18.1 Arduinos.....	63
5.18.2 WeDo.....	64
5.18.3 Scratch.....	65
5.18.3.1 Entorno y lenguaje.....	65
6 MÓDULO II - “APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS”.....	67
6.1 Propósito.....	68
6.2 Descripción.....	68
6.3 Resumen de Actividades.....	68
6.4 Análisis y reflexión sobre el trabajo educativo mediante el método científico.....	69
6.4.1 El constructivismo y su aplicación en la enseñanza de las ciencias.....	70
6.4.2 El pensamiento científico en los estudiantes.....	70
6.4.3 Actividad 1 – Reflexión sobre la educación actual.....	71
6.5 Estrategias de aprendizaje basado en la resolución de problemas.....	71
6.6 Proyectos colaborativos y cooperativos.....	75
6.6.1 Actividad 2 – Ambientes colaborativos.....	76
7 MÓDULO III - “CONCEPTUALIZACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA”.....	77
7.1 Propósitos.....	78
7.2 Descripción.....	78
7.3 Resumen de actividades.....	78
7.4 Robótica Educativa.....	79
7.5 Robótica en Tercer Ciclo y Bachillerato.....	79
7.6 Robótica en el aula.....	80
7.7 Kit de Lego Mindstorm.....	81
7.7.1 Componentes.....	81
7.7.2 Actividad 1 - Identificando componentes básicos del kit.....	82
7.7.3 Software.....	82
7.7.4 Actividad 2 - Identificando dispositivos varios.....	84
7.8 Microcontrolador, ladrillo de Lego.....	85
7.9 Explorando Menús del NXT: programar sensores y motores sin utilizar la computadora.....	86
7.9.1 Explorando Menú View (Ver).....	86
7.9.2 Explorando Menú Try Me (Pruébame).....	87
7.9.3 Explorando Menú Program NXT (Programa).....	87
7.9.4 Actividad 3 - Los primeros pasos en programación.....	89
7.10 RoboMind.....	94
7.10.1 Actividad 4 – Los primeros pasos en programación.....	95
8 MÓDULO IV - “AGENTES Y ROBÓTICA”.....	99
8.1 Propósitos.....	100
8.2 Descripción.....	100
8.3 Resumen De Actividades.....	101
8.3.1 Actividad 1 - Siguiendo el camino.....	101

8.4 Agentes.....	102
8.4.1 ¿Qué se entiende por agente?.....	102
8.5 Extendiendo la definición de Robot.....	104
8.6 Arquitectura de los robots y los agentes necesarios.....	104
8.6.1 Poliarticulados.....	105
8.6.2 Móviles.....	105
8.6.3 Androides.....	106
8.6.4 Zoomórficos.....	106
8.6.5 Híbridos.....	107
8.7 Robots como un sistema multiagente – Estado del arte.....	107
8.7.1 Actividad 2 -Agentes en acción.....	108
9 MÓDULO V - “PROGRAMACIÓN EN ROBÓTICA EDUCATIVA”.....	109
9.1 Propósito.....	110
9.2 Descripción.....	110
9.3 Resumen de actividades.....	111
9.4 Programación.....	111
9.4.1 ¿Qué es programación?.....	111
9.4.2 ¿Quién inventó la programación?.....	111
9.4.3 ¿Quiénes usan la programación?.....	112
9.4.4 ¿Para qué puede servir la programación?.....	112
9.4.5 Actividad 1 - Buscando un programa en actividades de la vida real.....	112
9.4.6 Extendiendo la definición de programación.....	113
9.5 ¿Cómo se habla en un lenguaje de programación?.....	114
9.5.1 ¿Qué es un algoritmo?.....	114
9.5.2 ¿Qué se hace para diseñar un algoritmo?.....	114
9.5.2.1 ¿Se debe seguir instrucciones paso a paso?.....	115
9.5.3 ¿Cómo se crea un programa a partir de un algoritmo?.....	115
9.5.3.1 ¿Qué herramienta se puede usar para hacer un programa?.....	115
9.6 ¿Cómo dibujar un diagrama de flujo?.....	115
9.6.1 ¿Cómo se puede comunicar en un algoritmo?.....	117
9.6.2 ¿Es posible realizar operaciones matemáticas en un algoritmo?.....	119
9.6.3 ¿Dónde se guardan los resultados o datos temporales?.....	119
9.6.4 ¿Cómo se puede elegir entre dos opciones?.....	123
9.6.5 ¿Cómo se debe comparar datos?.....	123
9.6.5.1 ¿Qué es la negación de la negación?.....	127
9.6.6 ¿Cómo se puede tomar uno de diferentes caminos?.....	128
9.6.7 ¿Qué se debe hacer para repetir pasos comunes?.....	131
9.6.8 Actividad 2 - Dibujando pasos, incursión a los algoritmos.....	134
9.7 ¿Qué pasos se deben seguir para hacer un programa?.....	134
9.7.1 Primer paso: Observación.....	135
9.7.2 Segundo paso: Dibujo de Flujograma.....	135
9.7.3 Tercer paso: Creación del código.....	135
9.7.3.1 Ejercicio guiado.....	138
9.7.3.2 Mejorando el programa.....	141
9.7.3.3 Compartiendo el código fuente.....	141
9.7.4 Actividad 3 - Hablando en otro lenguaje.....	142
10 MÓDULO VI - “ROBOTS COOPERATIVOS E INDUSTRIALES”.....	143
10.1 Propósito.....	144
10.2 Descripción.....	144
10.3 Resumen de actividades.....	144
10.3.1 Actividad 1 – Los roles mágicos.....	144
10.4 Robótica Cooperativa.....	145
10.4.1 Robots y Trabajo Cooperativo.....	145
10.4.2 Tipos de control en robots cooperativos.....	147
10.4.3 Tipos de sistemas.....	147
10.4.4 Comportamiento animal como base de movimientos en los robots cooperativos.....	148
10.4.4.1 Actividad 2 – Guía de montajes.....	148

10.5 Robótica Industrial.....	149
10.5.1 Antecedentes históricos de los robots industriales (Parte I).....	149
10.5.1.1 Edad media.....	150
10.5.1.2 Renacimiento.....	150
10.5.2 Antecedentes históricos de robots industriales (Parte II).....	151
10.5.2.1 Siglos XVII- XIX.....	151
10.5.2.2 Siglo XX.....	152
10.5.3 Tipos de Robots industriales.....	153
10.6 Ejemplos de robots industriales y colaborativos.....	154
11 MÓDULO VII - “ANATOMÍA DE UN ROBOT”.....	155
11.1 Propósitos.....	156
11.2 Descripción.....	156
11.3 Resumen de actividades.....	156
11.3.1 Actividad 1. “Siguiendo a la cabeza”.....	156
11.4 Sistemas que conforman a un robot.....	157
11.4.1 Sistemas de accionamientos.....	157
11.4.2 Sistemas sensoriales.....	159
11.4.2.1 Clasificación de los sensores.....	160
11.4.3 Sistema de procesamiento.....	161
11.5 Ejemplo práctico: el robot hexápodo RiSE.....	162
12 MÓDULO VIII - “PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”.....	163
12.1 Propósito.....	164
12.2 Descripción.....	164
12.3 Resumen de actividades.....	164
12.4 Grupos de trabajo.....	165
12.5 Actividad 1 - Actividad lúdica, sociodrama.....	168
12.6 Actividad 2 - Revisión y análisis de proyectos (Autorregulación).....	169
12.6.1 Recurso a utilizar como apoyo para la actividad 2.....	170
12.6.2 Fundamentos de la autoregulación.....	173
12.6.3 Actividad 3 - Caracterización del proyecto.....	173
12.6.4 Fundamentación.....	174
12.6.4.1 El trabajo colaborativo.....	174
12.6.4.2 Características de trabajo colaborativo.....	174
12.6.4.3 Elementos del trabajo colaborativo.....	175
12.6.4.4 Elementos de la colaboración.....	175
12.6.4.5 Reglas.....	175
12.6.4.6 Mecanismos de trabajo colaborativo.....	176
12.6.4.7 ¿Para qué el trabajo colaborativo?.....	176
12.6.4.8 Aspectos críticos del trabajo colaborativo.....	176
12.6.4.9 Cómo establecer los grupos.....	176
12.6.4.10 Características de los grupos.....	176
12.7 Actividad 4: Selección y diseño de un proyecto de robótica.....	177
12.7.1 Fundamentación: Material complementario.....	178
12.7.1.1 Lectura 1: El proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa.....	178
12.7.1.2 Lectura 2: Guía para la presentación de una propuesta de proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa:.....	183
12.7.2 Actividad 5: Presentación de un proyecto colaborativo de Robótica Educativa.....	187
12.7.2.1 Fundamentos de la presentación de un proyecto.....	187
12.8 Actividad 6 - Evaluación de proyectos colaborativos de Robótica Educativa.....	188
12.8.1 Tablas para evaluación de calidad.....	189
12.8.2 Tabla de proyectos de Matemática y Física.....	190
12.8.3 Fundamentos de planeación de la evaluación de proyectos colaborativos.....	193
12.8.3.1 Documento N° 1 - Diseño de evaluación de proyectos.....	193
12.8.3.2 Documento N° 2 - Instrumentos de evaluación de proyectos.....	198
13 Rubrica final para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas.....	cciii
14 Bibliografía.....	ccvii
14.1 Módulo 0 - Sensibilización.....	ccvii

14.2 Módulo I – Fundamentos de robótica educativa.....	ccviii
14.3 Modulo II – Aprendizaje basado en proyectos.....	ccviii
14.3.1 Referencias bibliográficas.....	ccix
14.4 Modulo III – Conceptualización de robótica educativa.....	ccix
14.4.1 Referencias bibliográficas.....	ccx
14.5 Modulo IV – Agentes y robótica.....	ccx
14.5.1 Referencias bibliográficas.....	ccx
14.6 Modulo V – Programación en robótica educativa.....	ccx
14.7 Módulo VI – Robots cooperativos e industriales.....	ccx
14.7.1 Referencias bibliográficas.....	ccxi
14.8 Módulo VII – Anatomía de un robot.....	ccxi
14.8.1 Fuentes de información.....	ccxi
14.8.2 Referencias bibliográficas.....	ccxi
14.9 Modulo VIII – Proyectos de robótica educativa.....	ccxii



## 2 Agenda de Capacitación taller Robótica Educativa

### 2.1 Día 1

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de finalización	Fecha	Facilitador/a
Inicio de taller	Inscripción	Participantes firman listas de asistencia	15'	Listas de asistencia	8:00	8:15	Día 1	Apoyo logístico
	Bienvenida	Se hará una breve introducción al curso y se abordaran áreas que enlazan el curso de CBC y Robótica Educativa	10'	Presentación incluyendo el porqué y para qué de la RE y enlazar con un recuento de actividades del taller de CBC	8:15	8:25	Día 1	Gerente
	Presentación del equipo facilitador	Se hará una presentación de cada miembro del equipo facilitador	10'	Cada miembro del equipo será presentado por la Coordinación del Proyecto de Robótica Educativa	8:25	8:35	Día 1	Equipo de facilitadores
	Indicaciones generales y metodología de trabajo (definición de roles)	Se darán explicaciones generales respecto a dinámica de taller, se darán indicaciones sobre uso de local y ubicación de espacios, se definirán voluntarios para roles	10'	Exposición de indicaciones	8:35	8:45	Día 1	Coordinación del taller
	Rúbrica de entrada	Se aplicará rúbrica de entrada a cada participante	15'	Rúbricas impresas	8:45	9:00	Día 1	Equipo de Capacitación
0	SENSIBILIZACIÓN	Se hará una introducción del módulo y presentación del tema "Importancia de los procesos de aprendizaje en niños y niñas del siglo XXI"	20'	Presentación	8:55	9:15	Día 1	Malena
		Desarrollo de actividad 1	20'	Papeles de colores para formar los grupos y sobres en donde se colocaran las preguntas	9:15	9:35	Día 1	
		Presentación del video de "Inteligencias Múltiples"	30'	Video de la Inteligencias Múltiples.	9:35	10:05	Día 1	
RECESO 10:05 – 10:25								
0	SENSIBILIZACIÓN	Desarrollo de actividad 2	50'	Guía para el trabajo que realizará cada equipo, Papel bond, lápiz, pinturas, música, Legos, rompecabezas, computadora, material desechables.	10:20	11:10	Día 1	Malena
		Presentación de los temas tres, cuatro y cinco del módulo.	10'	Presentación y video.	11:10	11:20	Día 1	
		Desarrollo de actividad 3	50'	Presentación multimedia, video, imágenes, Internet, etc.	11:20	12:30	Día 1	
ALMUERZO 12:30 – 13:30								
1	FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA	Presentación introducción a la Robótica	25'	Proyector multimedia, Laptop	13:30	13:55	Día 1	Jimmy
		Desarrollo de actividad 1 Historia de la Robótica	20'	Computadoras multipunto, por participante, internet, papel bond, lápiz.	13:55	14:15	Día 1	
		Presentación y video de la Historia de la Robótica	40'	Proyector multimedia, Laptop, Video	14:15	14:55	Día 1	
		Desarrollo de actividad 2 Robot en Nuestro Entorno	15'	Hojas de papel bond, Lápiz,	14:55	15:10	Día 1	
		Presentación brazo hidráulico	20'	Proyector multimedia, Laptop	15:10	15:30	Día 1	
		Desarrollo de actividad 3	30'	Computadoras multipunto, por participante, internet, papel bond,	15:30	16:00	Día 1	

## Robótica Educativa - Agenda de Capacitación taller Robótica Educativa

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de finalización	Fecha	Facilitador/a
		Avances de la robótica en los países de Latinoamérica.		lápiz.				
		Presentación Aplicaciones de la Robótica	20'	Proyector multimedia, Laptop	16:00	16:20	Día 1	
		Desarrollo de actividad 4 Construcción de un Brazo Robot	60'	Cartón, Jeringas, sonda, pernos y tornillos, hilo Nailon, cinta, pega	16:20	17:20	Día 1	Jimmy
MERIENDA 17:20 – 17:40								

### 2.2 Día 2

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de finalización	Fecha	Facilitador/a
	Inscripción	Participantes firman listas de asistencia	15'	Listas de asistencia	8:00	8:15	Día 2	Apoyo logístico
2	APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS	Presentación del tema 1 del módulo.	20'	Presentación multimedia.	8:15	8:35	Día 2	Malena
		Desarrollo de actividad 1	60'	Guía de trabajo, rompecabezas en 3D	8:35	9:35	Día 2	
2	APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS	Presentación del tema 2 y 3	15'	Presentación multimedia	9:35	9:50	Día 2	Malena
RECESO 9:50 – 10:10								
2	APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS	Desarrollo de actividad 2	45'	Guía de trabajo bloques de construcción de Lego, hojas de papel bond	10:10	10:55	Día 2	
3	CONCEPTUALIZACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA	Presentación Robótica educativa	25'	Proyector multimedia, Laptop	10:55	11:20	Día 2	Jimmy
		Actividad 1	25'	Guía de docente y de estudiante.	11:20	11:45	Día 2	
		Presentación Identificando Componentes Básicos del KIT	10'	Proyector multimedia, Laptop, kit	11:45	11:55	Día 2	
		Desarrollo de actividad 2 Explorando el KIT	30'	Presentación Kit Lego, Guía de actividad	11:55	12:30	Día 2	
ALMUERZO 12:30 – 13:30								
3	CONCEPTUALIZACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA	Continuación de actividad 2	60'	Presentación 8Kit Lego, Guía de actividad	13:30	14:30	Día 2	Jimmy
		Definición de Componentes del KIT	20'	Presentación, Proyector multimedia Laptop, kit	14:30	14:50	Día 2	
3	CONCEPTUALIZACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA	Desarrollo de actividad 3 Identificación de Componentes	15'	Guía de Actividad y Formulario a llenar.	14:50	15:05	Día 2	
		Presentación Funcionamiento del bloque NXT e interacción con los sensores y motores.	15'	Proyector multimedia Laptop	15:05	15:20	Día 2	
3	CONCEPTUALIZACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA (continuación)	Desarrollo de actividad 4 Funcionamiento del bloque NXT e interacción con los sensores y motores.	60'	Guía de actividad, 8 Kit Lego	15:20	16:20	Día 2	Jimmy
4	AGENTES Y	Desarrollo de actividad 1	45'	-Rollo de cinta adhesiva oscura.	16:20	16:50	Día 2	Alfonso

## Robótica Educativa - Agenda de Capacitación taller Robótica Educativa

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de finalización	Fecha	Facilitador/a
	ROBÓTICA	“Siguiendo el camino”		-Pañuelo o tela para cubrir los ojos del compañero asignado como robot. -Libreta de anotaciones y bolígrafo.				
		Presentación	15'	Proyector multimedia laptop	16:50	16:05	Día 2	
		Desarrollo de actividad 2 “Agentes en acción”	45'	- Video ilustrativo - Proyector multimedia - Papel bond (pliegos) - Marcador permanente - Tirro	16:05	16:50	Día 2	
MERIENDA 16:50 – 17:10								
5	PROGRAMACIÓN	Presentación del módulo de Programación	15'	-Proyector multimedia	17:10	17:25	Día 2	David
		Desarrollo de actividad 1: Buscando un programa en actividades de la vida real	25'	-Hojas de papel bond, bolígrafos	17:25	17:50	Día 2	
		Presentación sobre explicación de flojograma	30'	-Proyector multimedia	18:50	18:20	Día 2	
		Desarrollo de actividad 2: Dibujando nuestros pasos	45'	-Hojas papel bond -Figuras en forma de símbolos de flojograma en hojas de papel de colores Plumones bolígrafos	18:20	19:05	Día 2	

### 2.3 Día 3

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de Finalización	Fecha	Facilitador/a
	Inscripción	Participantes firman listas de asistencia	15'	Listas de asistencia	8:00	8:15	Día 3	Apoyo logístico
6	ROBOTS COOPERATIVOS E INDUSTRIALES	Desarrollo de actividad 1: Los Roles Mágicos	35'	Hojas de papel, lápices	8:15	8:50	Día 3	Maira
		Presentación Robots y trabajo cooperativo	10'	Presentación digital, impresa, proyector multimedia	8:50	9:00	Día 3	
RECESO 9:00 – 9:20								
6	ROBOTS COOPERATIVOS E INDUSTRIALES (MONTAJES)	Desarrollo de actividad 2 Guía de Trabajo: Guía de montajes (Armado)	105'	Kit de robótica, guía de montaje del kit, computadora, lápiz y papel	9:20	10:45	Día 3	Maira
5	PROGRAMACIÓN EN ROBÓTICA EDUCATIVA	Continuación desarrollo de actividad 2 (Programación sin computadora)	45'	Kit de robótica	10:45	11:30	Día 3	Jimmy
5	PROGRAMACIÓN EN ROBÓTICA EDUCATIVA	Continuación desarrollo de actividad 2 (Actualizando el firmware del ladrillo)	30'	Kit de robótica y equipo multipunto	11:30	12:00	Día 3	David
ALMUERZO 12:00 – 13:00								
5	PROGRAMACIÓN EN ROBÓTICA EDUCATIVA	Continuación desarrollo de actividad 2 (Programación)	120'	Kit de robótica y equipo multipunto	13:00	15:00	Día 3	David

## Robótica Educativa - Agenda de Capacitación taller Robótica Educativa

MERIENDA 15:00 – 15:20								
6	ROBOTS COOPERATIVOS INDUSTRIALES	Desarrollo de actividad Rompiendo paradigmas	15'	Dos cuerdas o lazos por pareja	15:20	15:50	Día 3	Jimmy
		Presentación: Robots Industriales	45'	Presentación digital, impresa, proyector multimedia	15:50	16:35	Día 3	Maira
7	ANATOMÍA DE UN ROBOT	Presentación	15'	Proyector multimedia laptop	16:35	16:50	Día 3	Alfonso
		Desarrollo de actividad 1 "Siguiendo a la cabeza"	40'	-Cinta adhesiva - Pañuelos	16:50	17:30	Día 3	
8	PROYECTOS ROBÓTICA EDUCATIVA	DE Presentación del módulo VIII	15'	Presentación digital, impresa, proyector multimedia	17:30	17:45	Día 3	Maira
Anexo	COCIENTE TRIÁDICO	Presentación del Cociente Triádico	15'	Presentación digital, impresa, proyector multimedia	17:45	18:00	Día 3	Maira
		Actividad: Conociéndonos, revelador del cociente triádico	15'	Instrumento revelador del cociente triádico	18:00	18:15	Día 3	Maira

### 2.4 Día 4

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de Finalización	Fecha	Facilitador/a
	Inscripción	Participantes firman listas de asistencia	15'	Listas de asistencia	8:00	8:15	Día 4	Apoyo logístico
8	PROYECTOS ROBÓTICA EDUCATIVA	DE Desarrollo de actividad 1: Actividad lúdica, sociodrama	90'	Recursos : Lápices y hojas de rotafolio	8:15	9:45	Día 4	Maira
		Presentación sobre Fundamentos de autorregulación de proyectos	15'	Presentación digital, impresa, proyector multimedia	9:45	10:00	Día 4	
RECESO 10:00 – 10:20								
8	PROYECTOS ROBÓTICA EDUCATIVA	DE Desarrollo de actividad 2: Revisión y análisis de proyectos (Autorregulación)	60'	Recursos: Proyectos elaborados previamente.	10:20	11:20	Día 4	Maira
		Desarrollo de actividad 3: Caracterización del proyecto	60'	Material de lectura del módulo 8: Fundamentos: Proyectos colaborativos (Pág. No.	11:20	12:20	Día 4	
ALMUERZO 12:20 – 13:20								
8	PROYECTOS ROBÓTICA EDUCATIVA	DE Desarrollo de Actividad 4: Selección y diseño de un proyecto de robótica	120'	Manual de Robótica Educativa, Ministerio de Educación de El Salvador, año 2013, acceso a la red social de Robótica Educativa EDMODO. Lectura 2: Guía para la presentación de una propuesta de proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa	13:20	15:20	Día 4	Maira
MERIENDA 15:20 15:40								
8	PROYECTOS ROBÓTICA EDUCATIVA	DE Desarrollo de actividad 5: Presentación de un proyecto	90'	Manual de Robótica Educativa, Ministerio de Educación de El Salvador, año 2013, acceso a la red social de Robótica Educativa EDMODO.	15:40	17:10	Día 4	Maira
		Presentación sobre Evaluación de un proyecto de Robótica Educativa	10'	Presentación digital, impresa, proyector multimedia	17:10	17:20	Día 4	
		Desarrollo de Actividad 6: Evaluación de proyectos	60'	Proyecto de Robótica Educativa, Ministerio de Educación de El Salvador, año 2013, Pág. No. 183 acceso a la	17:20	18:20	Día 4	

**Robótica Educativa - Agenda de Capacitación taller Robótica Educativa**

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de Finalización	Fecha	Facilitador/a
				red social de Robótica Educativa EDMODO.				

**2.5 Día 5**

Módulo	Tema	Descripción	Tiempo	Recursos	Hora de Inicio	Hora de finalización	Fecha	Facilitador/a
	Inscripción	Participantes firman listas de asistencia	15	Listas de asistencia	8:00	8:15	Día 5	Apoyo logístico
8	PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA	Socialización de proyectos a desarrollar	150	Proyector multimedia	8:15	10:45	Día 5	Participantes/Equipo de capacitación
RECESO 10:45 – 11:00								
	Rúbrica de salida		30		11:00	11:30	Día 5	Equipo de Capacitación
	Cierre		30		11:30	12:00	Día 5	Gerente
ALMUERZO 12:00 – 13:00								



### 3 Diagnóstico inicial para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas

Antes de iniciar con el proceso e incursión al mundo de nuevas tecnologías en educación, específicamente a su integración curricular por medio de la robótica, se propone suministrar un documento de auto-diagnóstico dirigido a los participantes del proyecto con el objetivo de conocer sus habilidades iniciales y contar con elementos que servirán como línea base del proyecto.

#### DOCUMENTO DE DIAGNÓSTICO (INICIAL)

##### Identificación.

Nombre Completo:							
CARGO:							
Docente:	<input type="checkbox"/>	Director Centro Escolar	<input type="checkbox"/>	Asesor Técnico Pedagógico	<input type="checkbox"/>	Coordinador de informática:	<input type="checkbox"/>
Imparte clases en el grado de:							
GRADO DE ESTUDIO/ESPECIALIDAD:							
Profesor(a):	<input type="checkbox"/>						
Técnico:	<input type="checkbox"/>						
Licenciado (a)	<input type="checkbox"/>						
Ingeniero (a)	<input type="checkbox"/>						
Otro (especifique)	<input type="checkbox"/>						
Centro Educativo u organización educacional a la que pertenece:							
Nombre de la institución:							
Código de infraestructura:							

##### Indicaciones:

Seleccione el nivel en el que usted se encuentra en las siguientes categorías de la Rúbrica. De acuerdo al nivel elegido, marque en la columna **Puntaje** los puntos que usted se asigna a usted mismo que puede ser desde 1 a 4. Asigne puntaje 0 a aquellas categorías en las cuales usted considera que no cumple con ninguno de los niveles presentados (Principiante, Básico, Medio y Avanzado).

CATEGORÍA	NIVELES				PUNTAJE
	PRINCIPIANTE (1 punto)	BÁSICO (2 puntos)	MEDIO (3 puntos)	AVANZADO (4 puntos)	
ASPECTOS PEDAGÓGICOS	He trabajado con tecnologías de información y comunicación en educación, pero sin realizar un proceso de reflexión sobre la incorporación de estas tecnologías a la educación.	He reflexionado sobre la incorporación de las tecnologías de información y comunicación en la educación	Distingo diferentes exigencias pedagógicas que plantea la incorporación de las tecnologías de información y comunicación.	Soy capaz de identificar estrategias para incorporar las tecnologías de información y comunicación en diferentes escenarios educativos y resolver las exigencias pedagógicas que esta incorporación introduce.	1-2-3-4
	Conozco algunos conceptos asociados al trabajo en equipo tales como organización grupal y liderazgo.	Conozco algunos conceptos y terminología básica del trabajo colaborativo, tales como dinámica grupal y comportamientos cooperativos.	Tengo algunos conocimientos respecto a la formación de grupos cooperativos y colaborativos por ejemplo que se organiza el grupo de acuerdo a roles.	Soy capaz de organizar un equipo de aprendizaje cooperativo y colaborativo.	
	Conozco las características de un proyecto educativo.	Identifico los elementos básicos del aprendizaje cooperativo y colaborativo.	Soy capaz de identificar los elementos básicos que deben considerarse en un Proyecto Colaborativo y cooperativo	Soy capaz de desarrollar un Proyecto Colaborativo y cooperativo entre mi establecimiento educacional y otro incorporando tecnologías de información y tal comunicación, como el correo electrónico.	
ASPECTO EVALUATIVO	Conozco diferentes instrumentos de evaluación (no específicos para el trabajo colaborativo), pero no conozco los elementos básicos a considerarse en una evaluación.	Conozco diferentes instrumentos y técnicas de evaluación para el trabajo colaborativo en actividades de aula.	Conozco las preguntas básicas que deben considerarse en el diseño de una evaluación.	Soy capaz de responder las preguntas que deben considerarse al diseñar una evaluación.	
	Conozco diferentes instrumentos y técnicas de evaluación (no específicos para evaluar el trabajo con proyectos colaborativos y el uso de tecnología).	Conozco el diario de procesos y formas para analizar proyecto colaborativos.	He usado el diario de procesos para describir acontecimientos generales y soy capaz de analizar un proyecto colaborativo en base a sus fortalezas y debilidades.	Soy capaz de aplicar el diario de procesos como un instrumento para transformar la práctica docente. Y puedo analizar críticamente un proyecto colaborativo en Web.	

CATEGORÍA	NIVELES				PUNTAJE
	PRINCIPIANTE (1 punto)	BÁSICO (2 puntos)	MEDIO (3 puntos)	AVANZADO (4 puntos)	
INTERNET	Nunca he usado correo electrónico, aunque conozco de que se trata	Algunas veces he usado correo electrónico, realizando acciones como leer mensajes, redirigirlos y contestarlos	Puedo crear una cuenta de correo electrónico en un servicio gratuito; Sé crear una libreta de direcciones.	Soy capaz de utilizar el correo electrónico regularmente; y sé adjuntar archivos; sé bajar documentos adjuntos al correo.	
	Conozco los navegadores de internet, aunque nunca los he utilizado.	He navegado en Internet con fines recreacionales.	Manejo motores de búsqueda existentes en Internet, tal como AltaVista, Google, entre otros.	Puedo investigar temas educativos utilizando recursos disponibles en línea.	
	Soy capaz de crear una red virtual educativa	Soy capaz de crear una red virtual educativa que puede ser utilizada como herramienta de comunicación y como archivador de recursos en línea.	Soy capaz de integrar recursos disponibles en línea a una red virtual educativa de un proyecto como una herramienta pedagógica a usar con mis estudiantes.	Soy capaz de crear una red virtual educativa para difundir y comunicar el desarrollo de mi proyecto colaborativo. Una red virtual educativa que sirva tanto como archivo digital del proyecto como lugar de encuentro para discusiones y para el trabajo colaborativo	
HERRAMIENTAS DE PRODUCTIVIDAD	Nunca he usado TIC, aunque conozco de que se trata	Algunas veces he usado TIC, realizando acciones como encender una computadora e interactuar con ésta.	Puedo utilizar las TIC; sé utilizar los diferentes programas de texto, presentaciones y hojas de cálculo	Soy capaz de utilizar las TIC, crear documentos de texto, presentaciones y hojas de cálculo para apoyarme al impartir una clase	
ASPECTOS SOBRE ROBÓTICA EDUCATIVA	Nunca he usado tecnologías de robótica, aunque conozco de que se trata	Conozco tecnologías de robótica, y he realizado acciones como reconocimiento e inventario de sus diferentes piezas	Puedo utilizar las tecnologías de robótica; Sé interactuar con sus diferentes componentes y conozco cómo se programan	Soy capaz de construir un robot y hacerlo funcionar correctamente	
	Nunca he escuchado sobre ferias, exposiciones o competencias de TIC o robótica	Conozco qué es una feria, exposición o competencias de TIC o robótica	He apoyado en mi centro escolar a participar en una feria, exposición o competencias de TIC o robótica	He participado directamente dirigiendo un proyecto de TIC o robótica en una feria, exposición o en competencias	

CATEGORÍA	NIVELES				PUNTAJE
	PRINCIPIANTE (1 punto)	BÁSICO (2 puntos)	MEDIO (3 puntos)	AVANZADO (4 puntos)	1-2-3-4
	Nunca he utilizado software para programar robots	Conozco software para programar robots	Puedo identificar diferentes software para programar robots	He programado robots con al menos un tipo de software	
	Nunca he construido un robots con piezas de bloques u otro tipo	Conoce cómo se construyen robots con piezas de bloques u otro tipo	He construido al menos un robots con piezas de bloque u otro tipo	He construido varios robots con piezas de bloque u otro tipo	
	Nunca he desarrollado proyectos educativos de robótica	Conozco cómo desarrollar un proyecto educativo de robótica	He desarrollo al menos un proyecto educativo de robótica	Desarrollo proyectos educativos de robótica en el aula	

**PUNTAJE TOTAL**

Interpretación puntaje total:

- **0 a 38 puntos:** Tiene un gran desafío: Interiorizarse y aprender más aspectos al uso básico de los recursos tecnológicos.
- **39 a 44 puntos:** Si bien tiene bastantes conocimientos es necesario que siga profundizando algunos contenidos sobre el uso básico de los recursos tecnológicos.
- **45 a 50 puntos:** Usted tiene los conocimientos suficientes para pasar al siguiente nivel de formación.
- **51 a 56 puntos:** Felicitaciones por sus resultados. Usted se encuentra en excelentes condiciones para pasar al siguiente nivel de formación.

## 4 MÓDULO 0 - "SENSIBILIZACIÓN"



### **4.1 Propósitos**

Desarrollar en los docentes conciencia e interés sobre la importancia del uso de la robótica en educación y en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Sensibilizar e inducir a las tecnologías que utilizan la Robótica como recursos en educación.

### **4.2 Descripción**

Es importante que en cada uno de los procesos de formación docente se fundamenten las bases que ayudarán a interiorizar el tema en estudio. De la misma forma, la realización de actividades que lleven al desarrollo práctico de los contenidos tiene gran relevancia para la comprensión de los mismos.

Es por esto que en este manual se pretende apoyar a los docentes en el aprendizaje de temas que los lleven a indagar más sobre la importancia de la integración de los recursos tecnológicos en los procesos educativos. Así se estará ayudando a la sensibilización sobre el uso de las herramientas tecnológicas en las actividades del proceso de enseñanza y de aprendizaje en los centros escolares.

Hoy en día, las instituciones están siendo beneficiadas con recursos que apoyan los procesos aprendizaje, por lo que es importante hacer uso adecuado de los mismos. Entre ellos se encuentran, particularmente, los Kits de Robótica Educativa, que traen consigo una gran cantidad de ventajas y herramientas para el desarrollo de los estudiantes, que los docentes deben de conocer a profundidad.

Los temas de este módulo ayudarán a que los docentes puedan reflexionar sobre el aprendizaje de los estudiantes con recursos tecnológicos y conocerán la importancia del desarrollo de las inteligencias múltiples en ellos.

### **4.3 Resumen de Actividades**

Actividad 1: Análisis y reflexión sobre la sociedad actual

Actividad 2: En busca de las habilidades personales

Actividad 3: El impacto de las tecnologías en el proceso educativo

#### 4.4 Importancia de los procesos de aprendizaje en niños y niñas del siglo XXI.

Las bases teóricas del Aprendizaje son aquellas que apoyan las prácticas pedagógicas, y que a su vez se han ido renovando en el trabajo docente a través de la historia. Algunos de los teóricos que hablan sobre el aprendizaje son:

*Ausbel:* “El educando construye su propio conocimiento y lo incorpora a sus esquemas mentales, con una retención más duradera de la información, marco apropiado para el desarrollo educativo”.

*Piaget:* “El sujeto es activo en su aprendizaje, interactúa con el entorno, crea esquemas del pensamiento con la asimilación, la acomodación y la equilibración”.

*Vygotsky:* “El aprendizaje interactúa con otros y es guiado a la zona de desarrollo próxima, para la construcción de sus conocimientos”.

*Papert:* “Señala que el individuo es activo dentro de la construcción de su conocimiento, pues tiene que <<pensar sobre su pensamiento>> (1987) lo cual lo lleva a estadios cognitivos superiores. En este siglo en el que la evolución de herramientas didácticas que apoyan los procesos de aprendizaje es de mucha utilidad, es necesario que los docentes estén preparados para la utilización de las distintas formas de enseñar”.

La educación se caracteriza por una fundamentación amplia e interdisciplinaria con elementos que se describen a continuación:

- **Histórico situacional:** Asumir la época que se vive en sus proyecciones educativas.
- **Filosófico:** Planteamiento del niño/a como persona a través del ser, del saber y del hacer, incorporando un marco valorativo que dé sentido a su vida y la relación con las personas.
- **Socio-antropológico-cultural:** Reflexión sobre los cambios sociales y culturales que se acentúan en el transcurso del siglo XXI, como parte del análisis de toda comunidad.
- **Psicológico:** La importancia del desarrollo humano vinculado con el proceso educativo.

La educación de niños y niñas del siglo XXI favorece su desarrollo físico, cognitivo, afectivo y social. Hay que enfocar el futuro hacia una nueva era de aprendizaje en la cual la educación se brinde a todas las personas de forma integral, creativa y acorde a sus necesidades y características, para que forme parte importante de sus vidas y sea placentera. La educación deberá de ser contextualizada para encontrarle sentido y generar aprendizajes significativos que potencien las capacidades y desarrollen las competencias de los estudiantes.

Es importante, en este sentido, reflexionar sobre la práctica docente, pues las necesidades educativas que en la actualidad se presentan llevan a reconocer que es necesario repensar, construir e implementar nuevas formas de enseñar. La capacitación de los docentes es vital para que puedan ser mediadores de los aprendizajes que los estudiantes del siglo XXI requieren, unos que les ayude en su educación futura.

La finalidad última de la educación es construir una verdadera sociedad del conocimiento, que permita, facilite y oriente a los estudiantes desde temprana edad a una educación permanente y a un

desarrollo personal integral. Para ello es necesario el compromiso de toda la comunidad educativa con una actitud abierta que plantee un “deber ser” que coincida con la realidad vivida.

En la educación de estudiantes del siglo XXI surge una pedagogía renovada que propicia:

- El fortalecimiento de la participación de la familia en el aprendizaje de niños, niñas y jóvenes.
- La calidad, selección y crítica de los conocimientos.
- La formación en saberes contextualizados.
- Priorización de la identidad, autoestima y autoconcepto de los niños, niñas y jóvenes.
- Apoyo en el desarrollo de las habilidades cognitivas, en función de las fortalezas de los estudiantes, de las oportunidades y desafíos que ofrece el mundo actual.
- El desarrollo de competencias en relación con el “aprender a aprender”, el manejo de fuentes de información diversas y de la tecnología actual.
- Una mayor atención a la diversidad.
- Uso de metodologías que planteen interacciones afectivas, cognitivas y sociales de calidad.
- La evaluación de los aprendizajes como factor importante de un currículo flexible (evaluación participativa y formativa).

En el Plan Nacional de Educación “Vamos a La escuela”<sup>3</sup> se cita que “Enseñar a aprender, enseñar a ser, enseñar a vivir, además de transmitir conocimientos e información, debe ser el propósito de la escuela de hoy”. De acuerdo a este propósito, es importante que se piense en una propuesta educativa a partir del tipo de hombre y mujer que se quiera formar en una sociedad, desde los valores principales de la sociedad, los fines de la educación y las principales orientaciones que se derivan del campo de la misma.

#### **4.4.1 Actividad 1 – Análisis y reflexión sobre la sociedad actual.**

##### **Dinámica de Reflexión**

**Objetivo :** Reflexionar sobre la educación en la sociedad actual.

**Metodología :** Se formarán pequeños equipos de trabajo y se les entregarán tres preguntas para que sean discutidas entre los miembros.  
Cada equipo deberá elegir a un moderador para que en la plenaria pueda compartir los aportes de sus miembros.

**Actividad :** Reflexión sobre la educación en la sociedad actual y la necesidad de los cambios.

Analizar y responder a las siguientes interrogantes:

¿Qué perspectiva tenemos de la educación en la sociedad actual?

¿Qué cambios deberían de realizarse en el aula?

¿Qué metodología debería aplicarse en el aula?

---

3 Plan Social Educativo “Vamos a la Escuela Ministerio de Educación.

### Dinámica de Reflexión

**Recursos :** Papeles de colores para formar los grupos y sobres en donde se colocarán las preguntas.

**Tiempo :** 20 Minutos.

## 4.5 Inteligencias múltiples

En 1904 el gobierno francés pidió al psicólogo Alfred Binet, y a un grupo de colegas suyos, que desarrollaran un modo de determinar cuáles eran los estudiantes de la escuela primaria que presentaban mayor "riesgo" de fracasar, para que estos estudiantes recibieran atención compensatoria. De estos esfuerzos nacieron las primeras pruebas de inteligencias.

Importadas a los Estados Unidos varios años después, las pruebas de inteligencia se difundieron, así como la idea de que existía algo llamado "Inteligencia" que podía medirse objetivamente y reducirse a un puntaje de "coeficiente intelectual".

Contrario a la estrecha definición construida culturalmente de inteligencia, Gardner<sup>4</sup> propuso en su libro "Estructuras de mente" (1983) la existencia de por lo menos siete inteligencias básicas. Cuestionó la práctica de sacar a un individuo de su ambiente natural de aprendizaje y pedirle que realice ciertas tareas aisladas que nunca había hecho antes y que probablemente nunca realizaría después. En cambio sugirió que la inteligencia tiene más que ver con la capacidad para resolver problemas y crear productos en un ambiente que represente un rico contexto de actividad natural.

### 4.5.1 Base teórica para la teoría de las Inteligencias Múltiples.

*¿Por qué no son talentos o aptitudes, sino inteligencias?*

Gardner se dio cuenta de que existen muchas expresiones como: "no es muy inteligente, pero tiene una maravillosa aptitud para la música", pero para él en realidad son inteligentes. *"Estoy siendo un tanto provocativo intencionalmente. Si hubiera dicho que hay siete clases de competencias, la gente hubiera bostezado y dicho 'sí, sí'.*

*Pero llamándolas 'inteligencias' estoy diciendo que nos hemos inclinados a colocar en un pedestal una variedad llamada inteligencia, y que en realidad hay una pluralidad de estas, y algunas son cosas en las que nunca hemos pensado como 'inteligencia' de manera absoluta"<sup>5</sup>.*

Gardner estableció ciertas pruebas que cada una de las inteligencias debía cumplir para ser consideradas como tal en todo el sentido de la palabra, y no simplemente un talento o una aptitud. Los criterios que usó incluyen los siguientes ocho factores:

- **Aislamiento potencial por daños cerebrales:** Gardner tuvo la oportunidad de trabajar con individuos que habían sufrido accidentes o enfermedades que afectaron ciertas áreas específicas del cerebro. En muchos casos las lesiones cerebrales parecerían haber perjudicado una

4 Howard Gardne, nacido en 1943 en Estados Unidos, es un psicólogo, investigador y profesor en la Universidad de Hardvare. Es conocido en el ámbito científico por sus investigaciones en el análisis de las capacidades cognitivas y por haber formulado la teoría de las inteligencias múltiples.

5 Entrevista de Eduard Punset a Howard Gardner, 18 de octubre de 2011

inteligencia mientras otras quedaron intactas. Gardner establece, entonces, la existencia de siete sistemas cerebrales relativamente autónomos.

- **La existencia de "idiotas sabios", prodigios y otros individuos excepcionales:** Gardner sostiene que ciertas personas pueden poseer una inteligencia operando en un nivel muy alto. "Los idiotas sabios son individuos que muestran habilidades superiores en una parte de una de las inteligencias, mientras sus otras inteligencias funcionan en niveles bajos. Hay idiotas sabios que tienen memorias musicales, hay idiotas sabios que dibujan de una manera excepcional, hay idiotas sabios que son capaces de leer textos muy complejos pero no comprenden lo que están leyendo" (Armstrong, 1999).
- **Una historia característica de desarrollo y un conjunto definible de desempeños.** Gardner sostiene que las inteligencias son potenciadas por la participación en actividades, siguiendo un esquema de desarrollo determinado. Cada actividad basada en una inteligencia tiene su propia trayectoria evolutiva. Es decir, cada inteligencia tiene su propio tiempo para surgir en la infancia, su propia forma de llegar a su pico durante la vida y su propia manera de declinar en la vejez.
- **Una historia evolutiva y la plausibilidad evolutiva:** Gardner concluye que cada una de las siete inteligencias debe tener raíces embebidas profundamente en la evolución de los seres humanos. Así, por ejemplo, la inteligencia espacial puede estudiarse en las pinturas rupestres. La teoría de las Inteligencias Múltiples también tiene un contexto histórico. Ciertas inteligencias parecerían haber sido más importantes en otras épocas de lo que son hoy, dependiendo de su uso y el ambiente de desarrollo humano.
- **Apoyo de los descubrimientos de la psicometría:** las mediciones estandarizadas de las habilidades humanas proveen la "prueba o test" que la mayoría de las teorías de la inteligencia usan para corroborar la validez de un modelo. Gardner, a pesar de no estar de acuerdo con este tipo de test, sugiere que es posible encontrar apoyo a la teoría de las Inteligencias Múltiples en muchas pruebas estandarizadas existentes.
- **Apoyo proveniente de trabajos de sicología experimental:** Gardner sugiere que examinando estudios psicológicos específicos se puede observar cómo las inteligencias funcionan aisladas unas de otras. Por ejemplo: ciertos individuos pueden dominar la lectura pero no llegan a transferir esa habilidad a otras áreas como las matemáticas. Diversos experimentos han mostrado que los individuos poseen habilidades selectivas.
- **Una operación central o un conjunto de operaciones identificables:** Gardner dice que del mismo modo que una computadora requiere de un conjunto de operaciones para funcionar, cada inteligencia posee un conjunto de operaciones centrales que sirven para impulsar las distintas actividades que corresponden a esa inteligencia.
- **La susceptibilidad de codificación en un sistema simbólico:** uno de los mejores indicadores del comportamiento inteligente es la capacidad de los seres humanos de utilizar símbolos. Gardner sugiere que la habilidad de simbolizar es uno de los factores más importantes que separan a los seres humanos de la mayoría de las otras especies. Señala que cada una de las siete inteligencias posee su propio sistema simbólico. Para la inteligencia lingüística hay una cantidad de lenguas habladas o escritas; para la Espacial, gama de lenguajes gráficos que utilizan arquitectos, ingenieros y los diseñadores, etc.

### 4.5.2 Descripción de las inteligencias múltiples.

Con esta perspectiva más amplia, el concepto de inteligencia se convirtió en un concepto que funciona de diferentes maneras en las vidas de las personas. Gardner proveyó un medio para determinar la amplia variedad de habilidades que poseen los seres humanos, agrupándolas en categorías o "inteligencias":

- *Inteligencia lingüística*: la capacidad para usar palabras de manera efectiva, sea en forma oral o de manera escrita. Esta inteligencia incluye la habilidad para manipular la sintaxis o significados del lenguaje y su uso práctico. Algunos usos incluyen la retórica (usar el lenguaje para convencer a otros de tomar un determinado curso de acción), la mnemónica (usar el lenguaje para recordar información), la explicación (usar el lenguaje para informar) y el metalenguaje (usar el lenguaje para hablar del lenguaje).
- *La inteligencia lógico matemática*: la capacidad para usar los números de manera efectiva y razonar adecuadamente. Esta inteligencia incluye la sensibilidad a los esquemas y relaciones lógicas; las afirmaciones y las proposiciones (si-entonces, causa-efecto); las funciones y las abstracciones. Los tipos de procesos que se usan al servicio de esta inteligencia incluyen: la categorización, la clasificación, la inferencia, la generalización, el cálculo y la demostración de la hipótesis.
- *La inteligencia corporal-kinética*: la capacidad para usar todo el cuerpo para expresar ideas y sentimientos (por ejemplo un actor, un mimo, un atleta, un bailarín) y la facilidad en el uso de las propias manos para producir o transformar cosas (por ejemplo un artesano, escultor, mecánico, cirujano). Esta inteligencia incluye habilidades físicas como la coordinación, el equilibrio, la destreza, la fuerza, la flexibilidad y la velocidad, así como las capacidades auto perceptivas, las táctiles y la percepción de medidas y volúmenes.
- *La inteligencia espacial*: la habilidad para percibir de manera exacta el mundo visual-espacial (por ejemplo un cazador, explorador, guía) y de ejecutar transformaciones sobre esas percepciones (por ejemplo un decorador de interiores, arquitecto, artista, inventor). Esta inteligencia incluye la sensibilidad al color, la línea, la forma, el espacio y las relaciones que existen entre estos elementos. Incluye la capacidad de visualizar, de representar de manera gráfica ideas visuales o espaciales.
- *La inteligencia musical*: la capacidad de percibir (por ejemplo un aficionado a la música), discriminar (por ejemplo, como un crítico musical), transformar (por ejemplo un compositor) y expresar (por ejemplo una persona que toca un instrumento) las formas musicales. Esta inteligencia incluye la sensibilidad al ritmo, el tono, la melodía, el timbre o el color tonal de una pieza musical.
- *La inteligencia interpersonal*: la capacidad de percibir y establecer distinciones en los estados de ánimo, las intenciones, las motivaciones, y los sentimientos de otras personas. Esto puede incluir la sensibilidad a las expresiones faciales, la voz y los gestos; la capacidad para discriminar entre diferentes clases de señales interpersonales y la habilidad para responder de manera efectiva a estas señales en la práctica (por ejemplo influenciar a un grupo de personas a seguir una cierta línea de acción).

- *La inteligencia intrapersonal:* el conocimiento de sí mismo y la habilidad para adaptar las propias maneras de actuar a partir de ese conocimiento. Esta inteligencia incluye tener una imagen precisa de uno mismo (los propios poderes y limitaciones), tener conciencia de los estados de ánimo interiores, las intenciones, las motivaciones, los temperamentos y los deseos, y la capacidad para la autodisciplina, la auto comprensión y la autoestima.
- *La inteligencia naturalista:* Capacidad para distinguir, clasificar y usar los elementos del medio ambiente. Corresponde a biólogos, chefs, ambientólogos, agricultores.

### **4.5.3 Actividad 2 – En busca de las habilidades personales**

#### **Dinámica de Reflexión**

**Objetivo :** Crear en los participantes el deseo de conocer más sobre las inteligencias múltiples y de esta manera, desarrollarlas en sus estudiantes.

**Metodología :** Se formaran equipos de trabajo y se harán rincones de actividades para realizar la dinámica (tiempo cronometrado) en donde los docentes podrán reflexionar sobre las distintas habilidades que cada uno de los participantes tienen.

**Actividad :** Los y las docentes presentarán al pleno la experiencia sobre la actividad y desarrollarán el Test de Inteligencias Múltiples en línea.

**Recursos :** Guía para el trabajo que realizará cada equipo, Papel bond, lápiz, pinturas, música, Legos, rompecabezas, computadora, material para dramatización, y otros materiales desechables que puedan encontrarse en el momento de la dinámica etc.

**Tiempo :** 40 Minutos.



Coordinación de Robótica Educativa  
Departamento de Investigación y Acompañamiento Docente  
Gerencia de Tecnologías Educativas  
Dirección Nacional de Educación en Ciencia, Tecnología e  
Innovación  
Vice ministerio de Ciencia y Tecnología  
Ministerio de Educación



## **GUÍA DE TRABAJO PARA LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES**

Material de apoyo para el apartado **4.5.3 Actividad 2 – En busca de las habilidades personales.**

1. Formar equipos de trabajo (cuatro integrantes)
2. Tomar una tarjeta para saber en qué rincón se inicia la actividad.

### **Rincón de Dibujo y Coloreo**

**Desarrollo de la Actividad:** Con hojas de papel, lápiz y pinturas, elaborar una dibujo y colocarlo en un espacio destinado a ser mural.

Tiempo: 10 minutos

### **Rincón de Música**

**Desarrollo de la Actividad:** Escuchar una canción y crearle una letra al coro. Al terminar, colocar la letra en el mural para cantarla y crearle una coreografía.

Tiempo: 10 minutos

### **Rincón de Construcción**

**Desarrollo de la Actividad:** Construir con los bloques de Lego las estructuras de acuerdo a los ejemplos que se presenten y armar un rompecabezas. Las dos construcciones las dejarán en la mesa de exposición.

Tiempo 10 minutos

### **Aplicación del Test de Inteligencias Múltiples.**

Cada uno de los participantes desarrollará el Test en línea disponible en el siguiente enlace:  
<http://goo.gl/5pj96>

Después de haber realizado el Test, reflexionar: ¿Se siente identificado/a con los resultados?  
¿Cuáles son las inteligencias predominantes que se obtuvieron?

Se hará una plenaria para reflexionar sobre las actividades realizadas.

Tiempo 15 minutos

## **4.6 Reflexión sobre el uso tecnológico en el entorno.**

La didáctica en los entornos tecnológicos requieren de una adaptación metodológica acorde con estos nuevos recursos y sus características específicas. Con esto se busca una superación del modelo pedagógico tradicional, cuyas únicas fuentes de información ha venido siendo el libro de texto y el docente.

En la actualidad es imprescindible contemplar en la práctica educativa la diversidad de recursos para la obtención y el tratamiento de la información que de alguna manera compite con la figura y la sabiduría incuestionable del docente, dirigida más a orientar y coordinar. Para ello se requiere tener una flexibilidad que permita diseñar y realizar actividades adecuadas a estos entornos, así como la construcción de grupos de trabajo en función de los nuevos textos y recursos de aprendizaje.

Santos Guerra, citado por Garay y Albornoz (2008), sostiene que ahora se "llega a la Escuela con un bagaje cultural amplio, con una abundancia de datos servidos por agentes de comunicación interesados, con un caudal de experiencia y de conocimientos fragmentarios y poco contrastado. Cambia pues la tarea que la escuela ha de realizar. La escuela ha de ayudarle -al estudiante- a reconstruir críticamente el saber vulgar, ha de facilitarle criterios para analizar y relacionar datos, y brindarle planteamientos para la aplicación racional y justa del saber".

La presencia de los nuevos medios, que asegura la globalización de los principios de la cultura de las nuevas generaciones, torna inadmisibles pensar en una escuela basada solo en la transmisión. La idea central es que la tecnología es más que una herramienta; es un medio y, como tal, influye en la forma de pensar, de comunicarse y en la naturaleza y el contenido de los mensajes. Por ello es inevitable el reconocimiento de una nueva enseñanza para estos medios, que sea reflexiva internamente, en sus relaciones de valor con el contexto social y en la práctica compartida.

Es frecuente escuchar entre docentes el cuestionamiento acerca de la necesidad de enseñar algunos aspectos del dominio tecnológico, por la idea de que los niños y niñas aprenden solos. Estos son planteamientos que pueden resultar ligeros e incluso peligrosos. Es cierto que los niños y las niñas se desenvuelven muy bien en mundo tecnológico, pero para asegurar el derecho a la información y a la expresión con los nuevos medios como artefactos culturales, es necesario tener en cuenta la apropiación sistemática en los estudiantes.

La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) tiene como función ser un medio de comunicación, un canal de intercambio de conocimiento y experiencias, una fuente de recursos, un medio lúdico de ayuda al desarrollo cognitivo. Todo esto conlleva a la elaboración de una nueva unidad didáctica. Debido a que las formas de enseñar y aprender cambian, el docente ya no es el gestor del conocimiento, sino una guía que permite orientar al estudiante frente a su aprendizaje. En este sentido, el estudiante es protagonista de la clase, debido a que es él quien debe ser autónomo y trabajar en colaboración con sus compañeros.

Es así como las Tecnologías de Información y Comunicación adquieren importancia en la formación docente en todas sus etapas, debido a que cada vez más juegan un papel importante en el aprendizaje de los estudiantes. El hecho de que el Internet adquiera más usuarios cada vez, implica que es una mejor fuente de información que el interior de las instituciones educativas. Ana Luiza Machado, directora de OREALC/UNESCO, citada en el artículo "Formación docente y TIC's en

Latinoamérica”<sup>6</sup>, plantea la fuerte relación que debe darse entre la formación docente y las tecnologías: “Un docente que no maneja las tecnologías de información y comunicación está en clara desventaja con relación a los estudiantes. Las tecnologías avanzan en la vida cotidiana más rápido que en los centros educativos, inclusive en zonas alejadas y pobres con servicios básicos deficitarios”. Esto se puede ver con el uso de mensajería instantánea, redes sociales, celulares, etc., que han generado una nueva forma de comunicarse entre los jóvenes de la cual el docente no puede quedar ajeno.

Para muchos docentes, las Tecnologías de Información y Comunicación implica ciertas desventajas (aprender a usarlas, actualizar los equipos y programas, ocupar tiempo extra, etc.). Según Mumtag (2005), citado por Navidad y García (2012)<sup>7</sup>, los principales factores que influyen en el uso de las TIC por parte de los docentes son: el acceso a este tipo de recursos, calidad de software y equipo, facilidad o simplicidad de uso, incentivo para cambiar las prácticas pedagógicas usando tecnología, apoyo por parte de las instituciones educativas para usar las TIC en el currículo (capacitación formal), políticas nacionales y locales sobre TIC, compromiso con la superación profesional. Para sobrepasar los factores que están fallando en un sistema educativo, no hay que perder de vista que el uso e implementación de las TIC en el currículo permite el desarrollo de nuevas formas de enseñar y aprender, debido a que los docentes pueden adquirir mayor y mejor conocimiento dentro de su área. Lo anterior da paso a la innovación, así como también al intercambio de ideas y experiencias con otros establecimientos, y a una mejora significativa en la comunicación con los estudiantes.

#### **4.6.1 Competencias del uso de las TIC.**

La UNESCO ha propuesto tres enfoques de visiones y alternativas de políticas educativas. A través de ellas, los estudiantes, ciudadanos y trabajadores de un país adquieren competencias más sofisticadas para apoyar el desarrollo académico, social y cultural de un país.

Los enfoques de la UNESCO son:

1. Adquisiciones de nociones básicas de Tecnologías de Información y Comunicación: Tiene como objetivo preparar a los estudiantes, ciudadanos y trabajadores capaces de comprender las nuevas tecnologías, tanto para apoyar el desarrollo social como para mejorar la productividad económica.
2. Profundización de conocimientos: El objetivo es aumentar la capacidad de educandos y ciudadanos para agregar valor a la sociedad y a la economía, aplicando los conocimientos de las asignaturas escolares en problemas complejos de la vida cotidiana.
3. Generación de conocimiento: Tiene como objeto desarrollar la participación cívica, la creación cultural y la productividad económica mediante la formación de estudiantes, ciudadanos y trabajadores dedicados en la creación de conocimiento, innovar y participar en la sociedad del conocimiento.
4. Los programas que se destinen en la formación del uso de las TIC deben ser aplicados a escuelas que mejoren y aprendan continuamente. Bajo esta perspectiva, los docentes elaboran

<sup>6</sup> Tomado de educarchile.cl, 2006, <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=107728>

<sup>7</sup> Proyecto: Indagar los avances y actitudes ante las nuevas tecnologías educativas, en la formación del personal docente del centro escolar "Daniel Hernández" de Santa Tecla, Universidad Pedagógica de El Salvador.

los procesos de aprendizaje para los estudiantes, comparten sus experiencias y logran una formación profesional permanente.

5. Los docentes que adquieren competencias en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación son capaces de elaborar unidades didácticas variadas e innovadoras, participar en proyectos educativos a distancia, mantener una actitud positiva frente a los cambios, conocer herramientas de procesador de texto, investigar temas relacionados con la disciplina que enseña, etc.

La educación es el progreso de cualquier país, sobre todo, en aquellos en vía de desarrollo. La formación docente es un factor importante para alcanzar una educación adecuada que vaya de la mano con los cambios sociales, culturales y tecnológicos que surgen con el paso del tiempo. Si un docente logra desarrollar las competencias del uso de las tecnologías, no sólo le permitirá mejorar su labor docente, sino también el centro educativo en donde se desempeñe al introducirlo a un mundo de autoevaluación y de mejora constante.

#### **4.7 Formas de aprender sobre tecnología.**

Bajo el marco del actual sistema sociocultural sustentado en las TIC, según Castells (2001), la educación -junto a los demás ámbitos de la realidad- se encuentra en el perímetro de la denominada Sociedad Red y con ello, está inmersa en nuevos modelos de pensamiento, cognición y acción. Por esto, educativamente hablando, se hace necesario delimitar qué habilidades y capacidades particulares y diferenciadas pueden promoverse en la escuela para que ésta forme personas capaces de desarrollarse plenamente en el entorno socio tecnológico en el que vive.

##### **4.7.1 Aprendiendo “de” la tecnología**

Las TIC son instrumentos de mediación, los cuales, desde un punto de vista sociocultural, afectan la acción instrumental del hombre de dos formas: como acción de las herramientas y como acción de los signos (Vigostky, 2000). Un instrumento de mediación como herramienta, causaría transformaciones externas ya que está orientada hacia fuera; mientras que un instrumento de mediación como signo causaría transformaciones orientadas hacia dentro, internas en el individuo.

Para Vigostky (2000), lo que importa son las consecuencias psicológicas y las repercusiones que se generen como consecuencia de la existencia e interacción de estos instrumentos en el desarrollo mental de los individuos. Aplicando esta noción a la actividad educativa, como herramientas se entienden, por ejemplo, la pizarra, mapas, computadoras, entre otros objetos materiales (herramientas físicas) que permiten actuar sobre la realidad. Cuando se habla de signos, por otro lado (herramientas psicológicas), se hace referencia al lenguaje, a sistemas de numeración, a sistemas de lecto-escritura o a estructuras hipertextuales.

Como señala Vigostky, “el uso de medios artificiales, la transición a la actividad mediada, cambia fundamentalmente todas las funciones psicológicas, al tiempo que el uso de herramientas ensancha de modo limitado la serie de actividades dentro de las que operan las nuevas funciones psicológicas”. De la misma forma, cada tipo de herramienta produce modelos de pensamiento propios.

En esta misma línea, las tecnologías pueden ser percibidas como instrumentos de mediación. Según Choque, R. (2009), se puede aprender *de* las TIC y *con* las TIC. Tomando el internet como

ejemplo, los estudiantes aprenderán *con* él el contenido de sus asignaturas de estudio, pero aprenderán *de* él una serie de habilidades y capacidades necesarias para su uso en todos los escenarios. Estos dos tipos de líneas de percepción generan nuevos paradigmas que son necesarios analizar y tomar en cuenta educativamente.

Quienes están en interacción con las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, especialmente Internet, están siendo transformados no sólo "*con*" ella, sino a través "*de*" ella. Ambas acciones son igual de importantes en la evaluación educativa. Aprender *con* la tecnología es un aspecto bastante difundido que se ha vuelto sujeto de estudio en sí mismo, pero no se puede concebir sin el aprender *de* la tecnología. Por tanto, hay que construir una serie de capacidades y habilidades mínimas a incorporar en currículo, propiciando su estudio, seguimiento y evaluación como un factor importante en la mejora de la calidad educativa.<sup>8</sup>

#### 4.7.2 Nuevas capacidades tecnológicas

En el escenario moderno, es urgente reflexionar sobre la necesidad de generar nuevas capacidades en los niños y adolescentes en la educación básica. El concepto de capacidades tiene mucha relación con el de competencias, sin embargo, estas últimas tienen una mayor amplitud y dimensionamiento, pero apuntan hacia lo mismo. Las capacidades son potencialidades inherentes a la persona y se desarrollan a lo largo de la vida.

Las capacidades están asociadas a procesos cognitivos y socio-afectivos, que garantizan la formación integral de la persona y representan para el desarrollo humano un conjunto de "seres" y "haceres", es decir, todo lo que la persona puede ser o hacer (opciones) y lo que llega efectivamente a ser o hacer (logros).<sup>9</sup> En relación a las capacidades TIC, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE (2005), ha desarrollado la conceptualización sobre este punto y señala que son capacidades de los individuos para utilizar, de manera responsable y segura, las tecnologías de información y comunicación para obtener, organizar, evaluar, crear información y comunicarla a otros con la finalidad de participar efectivamente en la sociedad. De acuerdo a Martin y Marchesi, citado por Choque y Suárez (2008), las capacidades TIC son, por otro lado, aquellos saberes referidos al tratamiento estratégico de la información, al intercambiar y construir conocimiento y al solucionar problemas.

#### 4.7.3 Actividad 3 - El impacto de las tecnologías en el proceso educativo

##### Dinámica de Reflexión

**Objetivo :** Conocer sobre los avances y el impacto de las tecnologías en el proceso educativo y el desarrollo de las mismas en el hogar.

**Metodología :** Se hará una introducción del tema y se hará una presentación multimedia que muestre las distintas formas del uso adecuado de las TIC en el proceso educativo.

Se reflexionará sobre el video de los aparatos tecnológicos en el hogar.

8 Suárez, Cristóbal y Choque, Raúl (2008): ¿Aprender de la tecnología?

9 Suárez, Cristóbal y Choque, Raúl (2008): ¿Aprender de la tecnología?

### Dinámica de Reflexión

**Actividad :** Los y las docentes harán una reflexión sobre el tema y construirán un collage en donde muestren las ventajas y desventajas de las TIC en el proceso educativo. Lo presentarán al pleno.

**Recursos :** Presentación multimedia, video, imágenes, Internet.

**Tiempo :** 1 hora

## 4.8 ¿Es la robótica parte del entorno cotidiano? ¿Cómo descubrirlo?

A lo largo de los últimos años, la tecnología se ha ido extendiéndose en ámbitos donde antes era poco frecuente, como por ejemplo el doméstico. Para muchos adultos, quizás el único aparato utilizado dentro de su casa fue la radio y, en algunos casos, la plancha eléctrica (¿qué pensaría un menor de edad, de unos 10 años en la actualidad, del concepto de una

*Desde que el teléfono móvil se introdujo en la vida cotidiana, se rebautizó al teléfono tradicional como "fijo".*



plancha de metal que se caliente a base de carbón en su interior?).

En esta parte, como tecnología se entienden los diversos equipos y aparatos eléctricos o electrónicos de uso doméstico, estableciendo una diferencia con las herramientas varias (aún cuando podrían considerarse tecnología) que desde tiempos remotos se han usado para resolver las necesidades diarias de cualquier casa (en un sentido muy estricto, una escoba de madera

es tecnología). Lo importante será reflexionar sobre el papel que juegan las *nuevas* tecnologías en la vida cotidiana.

La irrupción de equipos y aparatos en el hogar ha sido cada vez más frecuente, debido en parte por la disminución de los precios. Ejemplos de esto hay muchos: hornos microonda, computadoras personales, licuadoras, aspiradoras, masificación de teléfonos celulares, contestadoras telefónicas, etc. Conviene, entonces, estar dispuestos a incorporar los cambios y avances que son cada vez más veloces, y no olvidar que la tecnología por sí misma no resuelve problemas, pero su uso inteligente sí.

La tecnología ayuda también al desarrollo de cada persona, porque gracias a ella se abre un nuevo mundo de posibilidades. Desde el simple hecho de aprender un programa usando la computadora, hasta llegar a diseñar uno propio; o creando un juego con herramientas que no se

pensaba usar antes. Sin olvidar, además, que es un beneficio porque genera trabajo a gente creativa, y para personas emprendedoras que buscan aprender cada día más.

Prácticamente la tecnología se desarrolla para hacer la vida más simple y duradera, desde una tostadora hasta el equipo más complejo de un hospital. Y aunque es el hombre quien da "vida" y sentido a la máquina, hay que cuestionarse dónde parar para no llegar a ser reemplazados por un invento, o si esto podría ser bueno o malo<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Este cuestionamiento entra en terrenos de la ética, de los cuales se hablará más adelante.



# 5 MÓDULO I - "FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"



## **5.1 Propósitos**

Facilitar la apropiación de conceptos y procedimientos básicos para crear un fundamento sólido de conocimientos en el área de robótica por medio de la exploración de actividades de baja complejidad.

Reconocer los principales componentes que se relacionan con la robótica con el fin de iniciar el proceso de construcción de conocimiento científico en el área específica de robótica educativa.

Recorrer virtualmente un escenario de simulación de robótica educativa explorando los diferentes antecedentes históricos, principios, arquitectura, leyes, avances y posibles aplicaciones de software en un ambiente de auto descubrimiento.

## **5.2 Descripción**

El módulo inicia con una breve reseña histórica de la robótica. Para ello, se muestra una línea de tiempo que permitirá visualizar los aportes de la ciencia. La construcción de máquinas tiene cientos de años, y fueron creadas para cumplir diferentes propósitos. La robótica de hoy en día, tiene sus orígenes hace miles de años y es producto de una construcción histórica deslocalizada geográficamente (no ha sido derecho único de nadie).

Con la incorporación de robótica educativa en los centros escolares se pretende fortalecer las competencias que los estudiantes desarrollan en sus diferentes niveles educativos, favoreciendo el aprendizaje y estableciendo las bases para la innovación. Los estudiantes cuentan con la edad de oro para el aprendizaje, y por ello la robótica se convierte en un área de interés universal que propicie espacios para que las mentes creativas construyan su propio futuro en un ambiente de oportunidades tecnológicas.

Para comprender este mundo a profundidad, es necesario empezar por el inicio. Detrás de la robótica existen muchos conceptos fundamentales e importantes que no se pueden dejar de lado en su estudio. En este módulo se hace una introducción a esos conocimientos científicos y tecnológicos que definen la robótica, sin dejar de lado el proceso histórico que dio pie a su surgimiento.

## **5.3 Resumen de actividades**

Actividad 1: Historia de la robótica

Actividad 2: Robots en nuestro entorno

Actividad 3: Construcción de un brazo Robot

Actividad 4: Explorando en internet.

## **5.4 Introducción a Robótica**

La robótica es una ciencia que apareció en los años 60, y es actualmente un concepto de dominio público y de gran interés para la comunidad educativa. En sus inicios, esta ciencia era solo cosa de expertos, ingenieros y técnicos, ya que aún no se tenían muchos conocimientos sobre el tema ni la tecnología necesaria para aprovechar sus posibilidades. Hoy en día los avances de la tecnología en campos como la informática, electrónica y mecánica, hacen posible que la robótica esté al alcance de todos. Existen incluso kits orientados exclusivamente a niños que permiten crear robots con características similares a las que tendría uno creado en un laboratorio tecnológico, pero de una forma más fácil y sencilla, y con aplicaciones en la educación.

La sociedad actual se encuentra inmersa en una “Revolución Tecnológica”, producto de la invención del transistor semiconductor en 1951 (fecha en la que salió al mercado)<sup>11</sup>. Este acontecimiento ha provocado cambios trascendentales y radicales en los ámbitos sociales, económicos, y políticos del orbe mundial. La Robótica, a pesar de ser una ciencia relativamente nueva, está demostrando ser un importante motor para el avance tecnológico en casi todas las áreas (industria de manufactura, ciencia, medicina, industria espacial, etc.), y esto le genera grandes expectativas para un tiempo no muy lejano.

## **5.5 Fundamentos de Robótica**

Al escuchar las palabras “Robótica” o “Robot”, lo primero que se viene a la mente es algún aparato electrónico con partes mecánicas y con tecnología informática, con una apariencia rústica, extraña y quizás graciosa. Muchas películas y juguetes hacen uso de esta noción, y muestra un concepto futurista. En otros ámbitos más simples, un robot se visualiza como una prótesis o una herramienta de trabajo, y para los menos soñadores, hasta como una refrigeradora.

Con el paso de los años, la robótica ha evolucionado y se ha incorporado en muchos campos de la ciencia, demostrando mucho potencial en nuevas aplicaciones. Es también parte importante de la vida diaria, tan común que muy pocos se dan cuenta de que los rodea y que todos empiezan a depender de ella. Es tanta la costumbre, que a muchos les costaría identificar a todos los robots con los que tiene contacto frecuente.

## **5.6 ¿Qué es un robot y qué no lo es?**

Una de las definiciones más aceptadas considera a los robots como dispositivos mecánicos capaces de realizar tareas que podrían ser desempeñadas o no por seres humanos. Bajo esta definición, por ejemplo, está claro que las máquinas que intervienen en una cadena de ensamblaje de carros son robots. Como se puede apreciar, la inteligencia no es requisito para que una máquina o dispositivo sea clasificado como robot.

Pero en esta definición, también son robots las máquinas de siglos pasados construidas con madera o hierro, al igual que las máquinas inteligentes que surgieron en Japón, Estados Unidos y Europa a inicio de los 90's<sup>12</sup>. A estos últimos se les conceden capacidades perceptivas (vista, oído y tacto, principalmente) reducidas en comparación con la capacidad de percepción de los seres vivos, pero son capaces de interactuar con su entorno.

<sup>11</sup> Proyecto Quetzalcoatl, <http://tecnologiaalalcanze-rodriguez.blogspot.com/2009/06/introduccion.html>

<sup>12</sup> SCHVAB, LUIS: “Máquinas y herramientas”, Guía didáctica, EDUCAR, Argentina, 2011.

### **5.6.1 ¿Una batidora, es un robot?**

La batidora, un electrodoméstico, realiza una función que podría desempeñar un ser humano. Como ellas, se pueden encontrar a la venta “robots de cocina” cuya única capacidad es triturar alimento. Pues bien: por definición la batidora es un robot, aún cuando no sea más que una herramienta eléctrica.

Sin embargo, en sociedades muy desarrolladas la batidora no se considera ya un robot, por que al compararla con los robots humanoides se convierte en algo muy simple. Se trata entonces de un problema de clasificación de contraste social. En el año 1985 nadie ponía en duda que una batidora fuera un robot de cocina, pero ahora resulta irónico decir que tanto una batidora como un humanoide son robots.

### **5.6.2 ¿Un carro es un robot?**

Un carro no es capaz de ir de San Salvador a Santa Ana sin conductor. ¿Será entonces un robot? Según el diccionario, un carro es una máquina, y aunque no sea capaz de realizar tal viaje por sí mismo, gracias a su sistema informático, electrónico y mecánico, sí es considerado como robot. Quizás para el año 2020, el conductor robotizado de un automovil sea tan poco llamativo para el público como una batidora en 2013.

### **5.6.3 ¿Qué dice la sociedad que es un robot?**

Habitualmente se debate sobre qué máquina es un robot y qué máquina no lo es, pues como se mencionó anteriormente, la clasificación depende del contraste existente entre las máquinas debido al avance de la tecnología. Es complicado llegar a un acuerdo cuando el tema es tratado por el público general, por lo que cada persona es libre de aceptar la definición que más le convenza.

### **5.6.4 Etimología**

La palabra robot surgió de la exitosa obra Rossum's Universal Robots, escrita por Karel Capek en 1920. Cuando la obra se tradujo al inglés, la palabra checa *robota*, que significa *trabajos forzados* y era entendida tradicionalmente como un tiempo de trabajo que un siervo otorgaba a su señor, fue traducida al inglés como *robot*.

Por su lado, la palabra robótica, usada para describir a la ciencia de estudio de los robots, fue acuñada por el escritor de ciencia ficción Isaac Asimov, del cual se hablará más adelante.

## **5.7 Los primeros autómatas.**

En el siglo IV antes de Cristo, el matemático griego Arquitas de Tarento construyó un ave mecánica que funcionaba con vapor y la llamó "La paloma"<sup>13</sup>. El ingeniero Herón de Alejandría (10-70 d. C.) creó numerosos dispositivos automáticos que los usuarios podían modificar, y describió máquinas accionadas por presión de aire, vapor y agua. Su Song, un estudioso chino, erigió una torre de reloj en 1088 con figuras mecánicas que daban las campanadas de las horas.

Hace cientos de años, los hombres creaban autómatas como pasatiempo, algunas veces con el fin de resolver algún problema o facilitar una labor cotidiana. Los materiales que se utilizaban eran

---

13 MARTÍNEZ, CAMILA: Historia del Robot, [http://mariacamilamartinezinformatica.blogspot.com/2011\\_11\\_01\\_archive.html](http://mariacamilamartinezinformatica.blogspot.com/2011_11_01_archive.html)

fáciles de conseguir, como la madera, cobre, metales en general, y cualquier otro material moldeable. A estos primeros autómatas se les reconocía como artefactos o simplemente máquinas.

Al Jazarií (1136–1206), un inventor e ingeniero mecánico musulmán, diseñó y construyó una serie de máquinas automatizadas, y en 1206, los primeros robots humanoides programables. Con forma de músicos sobre un bote, tenían un mecanismo con un tambor programable por medio de clavijas que chocaban con palancas que accionaban instrumentos de percusión. De esta forma, podían cambiarse los ritmos y patrones que tocaba el tamborilero al mover las clavijas.

Antes del siglo I a.C., se describieron más de 100 máquinas y autómatas, incluyendo un artefacto con fuego, un órgano de viento, una máquina operada mediante una moneda y una máquina de vapor.

Sin embargo, la robótica inició una nueva etapa desde la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventó en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforada. En 1805, Henri Maillardet construyó una muñeca mecánica que se valía de una serie de levas cambiables (o programables) para escribir y dibujar.

Estos inventos mecánicos son reflejo del ingenio y la creatividad del humano, y fueron la base que permitió seguir desarrollando máquinas cada vez más complejas y destinadas a realizar diferentes labores.

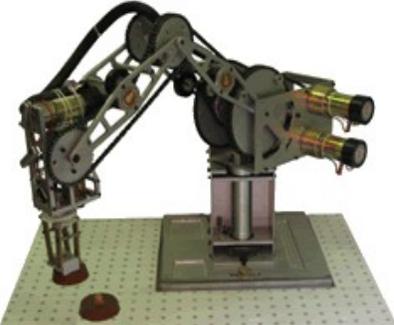
Hubo otras invenciones mecánicas durante la revolución industrial, muchas de las cuales estaban dirigidas al sector de la producción textil. El descubrimiento de la electricidad y del electromagnetismo permitió una primera explosión en la evolución de estos artilugios. Sin embargo, la robótica moderna empezó con la creación del transistor en 1947.

## **5.8 Desarrollo cronológico.**

A continuación se presenta un cronograma de los avances de la robótica desde sus inicios.

<b>Fecha</b>	<b>Desarrollo</b>
1206	Primer robot humanoide programable: Barco músicos robotizados, AlJazari.
1800	Juguetes mecánicos japoneses que sirven té, disparan flechas y pintan. Juguetes Karakuri Hisashige, Tanaka.
1801	J. Jaquard invento su telar, que era una máquina programable para la urdimbre.
1805	H. Maillardet construyó una muñeca mecánica capaz de hacer dibujos.
1930	Se exhibe un robot humanoide en la World's Fairs entre los años 1939 y 1940, Elektro Westinghouse Electric Corporation.
1946	El inventor americano G.C Devol desarrolló un dispositivo podía registrar señales eléctricas por medios magnéticos y reproducirlas para accionar una máquina mecánica. También en ese año aparecen las primeras computadoras: J. Presper Eckert y John Maulchy construyeron el ENAC en la Universidad de Pensilvania y la primera máquina digital de propósito general se desarrolla en el MIT.

**Robótica Educativa - MÓDULO I - "FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"**

1951	Trabajo de desarrollo con teleoperadores (manipuladores de control remoto) para manejar materiales radiactivos.
1952	Una máquina prototipo de control numérico fue objetivo de demostración en el Instituto Tecnológico de Massachusetts después de varios años de desarrollo. Un lenguaje de programación de piezas denominado APT (Automatilly Programmed Tooling) se desarrolló posteriormente y se publicó en 1961.
1954	Devol diseña el primer robot programable y acuña el término "autómata universal", que posteriormente recorta a Unimation. Así llamaría Engleberger a la primera compañía de robótica.
1956	Primer robot comercial, de la compañía Unimation fundada por George Devol y Joseph Engelberger.
1961	Se instala el primer robot industrial Unimate, George Devol.
1964	Se abren laboratorios de investigación en inteligencia artificial en el MIT, el SRI (Stanford Research Institute) y en la universidad de Edimburgo. Poco después los japoneses que anteriormente importaban su tecnología robótica, se sitúan como pioneros del mercado.
1968	Un robot móvil llamado 'Shakey' se desarrolló en SRI (Standford Research Institute), estaba provisto de una diversidad de sensores así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo.
1973	Se desarrolló el primer lenguaje de programación de robots, denominado WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974.
1978	<p>El robot T3 de Cincinnati Milacron se adaptó y programó para realizar operaciones de taladro y circulación de materiales en componentes de aviones. Se introdujo el robot PUMA (Programmable Universal Machine for Assambly) para tareas de montaje por Unimation.</p>  <p>Con 6 grados de libertad, T3 fue introducido en 1974<sup>14</sup>. A este le siguió el PUMA.</p>

14 Más información en el sitio web de la empresa. <http://www.milacron.com/>

1979	Desarrollo del robot tipo SCARA (Selective Compliance Arm for Robotic Assambly) en la Universidad de Yamanashi en Japón para montaje.
1980	Un sistema robótico de captación de recipientes, con visión de máquina, fue objeto de demostración en la Universidad de Rhode Island.
1981	Se desarrolló en la Universidad de Carnegie- Mellon un robot de impulsión directa. Utilizaba motores eléctricos situados en las articulaciones del manipulador sin las transmisiones mecánicas habituales empleadas en la mayoría de los robots.
1984	SONY presenta un pequeño humanoide en la “Robodex 2000”. Mientras los EEUU miran a sus robots en Marte, Japón mira a sus robots a la cara. Cada uno en su terreno es el rey de la robótica.
2000	Robot Humanoide capaz de desplazarse de forma bípeda e interactuar con las personas: ASIMO, Honda Motor Co. Ltd.
2003	Robot humanoide de SONY, Qrio, se convierte en el primer humanoide comercial completamente autónomo capaz de correr. HONDA sería el primero en caminar, pero SONY el primero en correr. La carrera está abierta y otras empresas anuncian su propósito de unirse.

Desde entonces, el abaratamiento y la facilidad para conseguir materiales para la construcción de robots ha hecho posible un crecimiento exponencial en la creación de los mismos. Empresas, universidades, estudiantes, aficionados y cualquier otra persona es capaz hoy en día de introducirse a este mundo. Ver avances sorprendentes como el robo Nao de Aldebaran Robotics (2004) o Big Dog de Boston Dynamics, se ha convertido en una realidad más frecuente que nunca.

### **5.8.1 Actividad 1 - Historia de la robótica**

#### **Historia de la robótica**

**Participante :** \_\_\_\_\_

**Objetivo :** Que el participante sea capaz de responder satisfactoriamente algunas interrogantes sobre la historia de la robótica.

**Metodología :** Luego de haber sido expuesto el tema de la Historia de la Robótica, cada participante utilizará una computadora donde responderá una serie de preguntas en línea.

**Actividades :**

- La actividad se realizará de manera individual
- Cada participante utilizará una computadora para responder el cuestionario que se le presenta.
- Al responder cada inciso, se le informa si su respuesta es correcta o

### **Historia de la robótica**

incorrecta.

- Al finalizar la evaluación, al participante se le mostrará el resultado obtenido.

**Recursos :** Computadora.

**Tiempo :** 25 minutos.

## **5.9 La robótica en la actualidad.**

En la actualidad, los robots comerciales e industriales son ampliamente utilizados, y realizan tareas de forma más exacta o más barata que los humanos. También se les utiliza en trabajos demasiado sucios, peligrosos o tediosos para los humanos. Los robots son empleados en plantas de manufactura, montaje y embalaje, en transporte, en exploraciones en la Tierra y en el espacio, cirugía, armamento, investigación en laboratorios y en la producción en masa de bienes industriales o de consumo.

Pero también están los robots de desarrollo, estudio, entretenimiento o con otros fines. Robots equipados con una sola rueda fueron utilizados para llevar a cabo investigaciones sobre conducta, navegación y planeo de ruta; robots con varias patas que imitan la morfología animal buscan encontrar una forma estable de desplazarse, y la creación de robots bípedos procura imitar el caminar humano. En 2002 Honda y Sony comenzaron a vender comercialmente robots humanoides como mascotas virtuales.

En el sentido común de un autómatas, el mayor robot en el mundo tendría que ser el Maeslantkering, una barrera para tormentas del Plan Delta en los Países Bajos construida en los años 1990, la cual se cierra automáticamente cuando es necesario<sup>15</sup>. Sin embargo, esta estructura no satisface los requerimientos de movilidad o generalidad.

En cuanto a lo programable, el avance en la nano tecnología y en la física cuántica ha permitido que la capacidad de procesamiento y almacenamiento de información sea cada vez mayor en los robots, y que su interacción con el medio ambiente sea más completa. Esto se debe principalmente a la avanzada electrónica en los sensores y a las lógicas computacionales desarrolladas que permiten la integración de diversas señales.

Vistos los temas anteriores, es recomendable investigar en diferentes medios sobre los avances actualizados en la robótica, y así conocer el estado del arte. En particular, se puede buscar información sobre Wild Cat, de Boston Dynamics; Grover, de la NASA; Einstein, de Hanson Robotics; o cualquier otro nombre que aparezca como datos de referencia mientras se realiza la investigación.

---

<sup>15</sup> Historia del robot, <http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20121004023450AAVbwnP>

## **5.10 Clasificación de los robots**

Durante el desarrollo de la robótica, la forma de construir robots y su forma de trabajar ha ido sufriendo modificaciones. En este sentido, se han especificado algunos criterios bajo los cuales se puede clasificar a los robots de acuerdo a su generación, a su nivel de inteligencia, a su nivel de control, y a su nivel de lenguaje de programación.

### **5.10.1 Según su cronología**

La que a continuación se presenta es la clasificación más común:

- 1ª Generación: Manipuladores. Son sistemas mecánicos multifuncionales con un sencillo sistema de control, bien manual, de secuencia fija o de secuencia variable.
- 2ª Generación: Robots de aprendizaje. Repiten una secuencia de movimientos que ha sido ejecutada previamente por un operador humano<sup>16</sup>, por medio de un dispositivo mecánico. El operador realiza movimientos requeridos que el robot sigue y memoriza.
- 3ª Generación: Robots con control sensorizado. El controlador es una computadora que ejecuta las órdenes de un programa y las envía al manipulador para que realice los movimientos necesarios.
- 4ª Generación: Robots inteligentes. Son similares a los anteriores, pero además poseen sensores que envían información a la computadora de control sobre el estado del proceso. Esto permite una toma inteligente de decisiones y el control del proceso en tiempo real.

### **5.10.2 Según su inteligencia**

La Asociación de Robots Japonés (JIRA) ha clasificado a los robots dentro de seis clases sobre la base de su nivel de inteligencia:

1. Dispositivos de manejo manual, controlados por una persona.
2. Robots de secuencia arreglada.
3. Robots de secuencia variable, donde un operador puede modificar la secuencia fácilmente.
4. Robots regeneradores, donde el operador humano conduce el robot a través de la tarea.
5. Robots de control numérico, donde el operador alimenta la programación del movimiento, hasta que se enseñe manualmente la tarea.
6. Robots inteligentes, los cuales pueden entender e interactuar con cambios en el medio ambiente.

### **5.10.3 Según el control.**

Los programas en el controlador del robot pueden ser agrupados de acuerdo al nivel de control que realizan.

1. Nivel de inteligencia artificial, donde el programa acepta un comando como "levantar el producto" y es capaz de descomponerlo en una secuencia de comandos de bajo nivel basados en un modelo estratégico de tareas.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> La robótica, diciembre de 2010, <http://robotcamixo.blogspot.com/2010/12/generaciones-de-los-robots.html>

<sup>17</sup> Introducción a la robótica, <http://angeles-lomasnuevoenrobotica.blogspot.com/2007/12/la-robotica-la-robotica-es-una-rama-del.html>

2. Nivel de modo de control, donde los movimientos del sistema son modelados, para lo que se incluye la interacción dinámica entre los diferentes mecanismos y trayectorias planeadas.
3. Niveles de servosistemas, donde los actuadores controlan los parámetros de los mecanismos tomando como referencia los datos de retroalimentación interna obtenidos por los sensores.

#### **5.10.4 Según su lenguaje de programación**

La clave para una aplicación efectiva de los robots para una amplia variedad de tareas, es el desarrollo de lenguajes de alto nivel. Existen muchos sistemas de programación de robots, la mayoría de código libre para el público, aunque los más avanzados son privados y se utilizan en investigación. Los sistemas de programación de robots caen dentro de tres clases:

1. Sistemas guiados, en el cual el usuario conduce el robot a través de los movimientos a ser realizados.
2. Sistemas de programación de nivel-robot, en los cuales el usuario escribe un programa de computadora al especificar el movimiento y el sentido.
3. Sistemas de programación de nivel-tarea, en el cual el usuario especifica la operación por sus acciones sobre los objetos que el robot manipula.

#### **5.10.5 ¿Más clasificaciones?**

Las clasificaciones anteriores son las más populares y, quizás, las más representativas de la evolución de la programación. No obstante, los criterios para etiquetarlos pueden ser diversos, sencillos o complicados, de acuerdo a los resultados que se quieren obtener. Por ejemplo, de acuerdo a su funcionamiento, se puede tener otra clasificación:

1. Robots Play-back, los cuales regeneran una secuencia de instrucciones grabadas, como un robot utilizado en recubrimiento por spray o soldadura por arco. Estos robots comúnmente tienen un control de lazo abierto.
2. Robots controlados por sensores, estos tienen un control en lazo cerrado de movimientos manipulados y hacen decisiones basados en datos obtenidos por sensores.
3. Robots controlados por visión, donde los robots pueden manipular un objeto al utilizar información desde un sistema de visión.
4. Robots controlados adaptablemente, donde los robots pueden automáticamente reprogramar sus acciones sobre la base de los datos obtenidos por los sensores.
5. Robots con inteligencia artificial, donde los robots utilizan las técnicas de inteligencia artificial para hacer sus propias decisiones y resolver problemas.

#### **5.11 Los robots en diferentes áreas**

Muchas mitologías antiguas trataban la idea de humanos artificiales. En la clásica, por ejemplo, se dice que Cadmo sembró dientes de dragón que se convertían en soldados, y que la estatua de Pigmalión, Galatea, cobró vida. El Dios griego de los hebreros, Hefesto, creó sirvientes mecánicos inteligentes, otros hechos de oro e incluso mesas que se podían mover por sí mismas.

La popularidad de la robótica se debe en parte por su constante aparición en el cine y en la televisión, en películas futuristas que a su vez han inspirado al desarrollo de la tecnología con su creatividad e ingenio. Por su lado, la literatura también ha jugado un papel vital en la propagación de este concepto y ha hecho, además, sus aportes importantes.

### **5.11.1 Literatura**

En 1817, en un cuento de Hoffmann llamado El hombre de arena<sup>18</sup>, aparece una mujer que parecía una muñeca mecánica, y en la obra de Edward S. Ellis, El Hombre de Vapor de las Praderas (1865), se expresa la fascinación americana por la industrialización.

Como ya se dijo antes, la primera obra en utilizar la palabra robot fue la de Čapek escrita en 1920 y representada por primera vez en 1921. En ella se presentan personas artificiales llamadas robot (en la actualidad serían conocidos como androides) que son capaces de pensar por sí mismos, y dan la apariencia de ser felices de servir.

#### **5.11.1.1 Isaac Asimov**

Isaac Asimov contribuyó con varias narraciones relativas a robots, e introdujo la palabra “robótica”. Sus preocupaciones por incorporar los robots a la vida de las personas de forma segura, lo llevaron a desarrollar las tres leyes de la robótica<sup>19</sup>. Según él, la concepción de estas leyes busca contrarrestar un supuesto “complejo de Frankenstein”, el temor de los humanos a un alzamiento y revolución de los robots contra sus creadores

En el mundo creado en la literatura de Asimov, los primeros robots podían ser enfrentados a situaciones en las cuales se vieran en un conflicto con sus leyes de funcionamiento. ¿Qué hacer cuando, para evitar dañar a dos o más personas, hay que herir a otro ser humano? Incluso para los humanos, con complejos principios morales, esta podría ser una decisión difícil. Los robots más simples tendrían que decidir en función de un criterio exclusivamente cuantitativo.

Una estructura “cerebral” más compleja, le permitiría a los robots redefinir su concepto de “daño” de acuerdo a sus experiencias, dándole mayor peso a los daños psicológicos que a los físicos. También podrían hacer valoraciones individuales de la importancia de las personas, en función de criterios definidos o aprendidos. De esta forma un robot podría dañar a un ser humano por proteger a otro que considere más valioso.

#### **5.11.1.2 Las tres leyes de la robótica**

Las tres leyes de la robótica son un conjunto de normas escritas por Isaac Asimov en ciencia ficción que deben ser cumplidas por los robots. Para ellos -los robots-, estas tres leyes son formulaciones matemáticas complejas almacenadas en lo que Asimov denominó “sendero positrónico del cerebro” de estas máquinas (1942, *Runaround*<sup>20</sup>).

Establecen lo siguiente:

- **Ley Uno:** Un robot no puede hacer daño a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.

---

18 Publicado en 1817 en sus *Cuentos nocturnos (Nachtstücke)*

19 Se habla de ellas en el siguiente apartado

20 “*Círculo vicioso*” en español, es un relato corto de ciencia ficción escrito en 1941 por Isaac Asimov. No fue publicado sino hasta el siguiente año.

- **Ley Dos:** Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la Primera Ley.
- **Ley Tres :** Un robot debe auto-protegerse siempre que su protección no entre en conflicto con una ley de orden mayor.<sup>21</sup>

Durante el desarrollo de la trama de uno de los libros de Asimov<sup>22</sup>, el personaje R. Daneel Olivaw crea la Ley Cero de la robótica, luego de una discusión con uno de sus colegas. Esta ley quedaría definida así:

- **Ley Cero:** Un robot no puede lastimar a la humanidad o, por falta de acción, permitir que la humanidad sufra daños

Cualquier violación a estas leyes, resultaría en la destrucción del robot al dañarse el cerebro positrónico de forma irreversible. Ellas forman el código moral del robot, pero no hay que dejar de lado la afirmación hecha por el mismo Asimov: los robots no razonan, sino que siguen una línea de *pensamiento lógico*.

Asimov atribuye las tres Leyes a John W. Campbell, que las habría redactado durante una conversación sostenida en 1940. Sin embargo, Campbell sostiene que Asimov ya las tenía pensadas, y que simplemente las expresaron entre los dos de una manera más formal<sup>23</sup>. Estas leyes han sido utilizadas por otros autores en literatura, y seguro jugarán un papel importante cuando la tecnología de los androides sea más que fantasía.

### 5.11.2 Cine y televisión

La robótica tiene un lugar especial en el cine y en la televisión. Han surgido películas futuristas muy famosas en las que los robots conviven con los humanos de forma natural, como por ejemplo, la saga de StarWars (1977 - 2005), “Yo, Robot” (2004), RoboCop (1987). En otras, como Terminator (1984), los robots aún no son comunes y se plantean problemas como el levantamiento de las máquinas.

También hay varias series de televisión que incluyen entre sus personajes a máquinas de esta categoría, buenos y malos, complejos y sencillos. La importancia de la robótica en este arte visual es que la creatividad de los directores y guionistas ha servido de inspiración para el desarrollo de nuevas máquinas. Lo que hace años se consideraba ciencia ficción pura en la pantalla, como algunas tecnologías del famoso James Bond, ahora es una realidad al alcance de todos.



*Robot C3po, aparece en la saga de películas de ciencia ficción StarWars, de George Lucas.*

### 5.12 Cuestiones éticas

Desde la revolución industrial se aprecia cómo las máquinas sustituyen al hombre en algunas tareas del trabajo. Grandes empresas como Intel, Sony, General Motors, Dell, han implementado en sus líneas de producción unidades robóticas para desempeñar tareas que antes realizaban los humanos. La eficiencia, calidad, precisión y ahorro económico a largo plazo que conlleva el uso de

<sup>21</sup> Introducción a la Robótica, <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/GUIAS%20ROBOTICA%201.pdf>

<sup>22</sup> *Robots e Imperio*, publicada en 1985

<sup>23</sup> Leyes de la Robótica, <http://www.miportal.edu.sv/Sitios/operacionred2008/OR08032909/LEYES%20DE%20LA%20ROBOTICA.html>

los robots en la industria ha despertado la preocupación de que puedan desplazar o competir con los humanos a mayor escala. Este problema aún está en una etapa inicial, debido a que todavía no se ha alcanzado la tecnología suficiente como construir máquinas inteligentes y conscientes de sí mismas. Las tres leyes de la robótica no pueden ser aplicadas a los robots modernos porque éstos no son capaces de entender su significado y aplicarlas.

En 2011, el Consejo de Investigación de Ingeniería y Ciencias Físicas (Engineering and Physical Sciences Research Council, EPSRC por sus siglas en inglés) y el Consejo de Investigación de Artes y Humanidades (Arts and Humanities Research Council, AHRC por sus siglas en inglés) de Gran Bretaña publicaron un conjunto de cinco principios éticos "para los diseñadores, constructores y los usuarios de los robots", junto con siete mensajes de alto nivel, sobre la base de un taller de investigación en septiembre del año anterior.

Los principios éticos son los siguientes:

1. Los robots no deben ser diseñados exclusivamente o principalmente para matar o dañar a los humanos.
2. Los seres humanos, no los robots, son los agentes responsables. Los robots son herramientas diseñadas para lograr los objetivos humanos.
3. Los robots deben ser diseñados de forma que aseguren su protección y seguridad.
4. Los robots son objetos, no deben ser construidos para aprovecharse de los usuarios vulnerables al evocar una respuesta emocional o dependencia. Siempre debe ser posible distinguir a un robot de un ser humano.
5. Siempre debe ser posible conocer o saber identificar quién es legalmente responsable de un robot.

Los mensajes destinados a ser transmitidos fueron:

1. *Creemos que los robots tienen el potencial de proporcionar impacto positivo inmenso para la sociedad. Queremos animar a la investigación del robot responsable.*
2. *La mala práctica nos perjudica a todos.*
3. *Abordar las inquietudes obvias del público nos ayudará a todos avanzar.*
4. *Es importante demostrar que nosotros, como especialistas en robótica, estamos comprometidos con los mejores estándares posibles de la práctica.*
5. *Para entender el contexto y las consecuencias de nuestra investigación, debe trabajar con expertos de otras disciplinas tales como: ciencias sociales, derecho, filosofía y las artes.*
6. *Debemos tener en cuenta la ética de la transparencia: hay límites que deben ser accesibles.*
7. *Cuando vemos las cuentas erróneas en la prensa, nos comprometemos a tomar el tiempo para ponerse en contacto con los periodistas.*

*(Dentro de ese contexto, la palabra robot puede referirse tanto a mecanismos físicos como a sistemas virtuales de software, aunque suele aludirse a los segundos con el término de bots).*

Los robots son cada vez más comunes, sobre todos los empleados en la limpieza y mantenimiento del hogar. Aun así, existe el temor respecto al impacto económico que traerá una

completa automatización de los procesos industriales, y una preocupación global por el armamento robótico al que tendrán alcance los países más avanzados tecnológicamente. Es precisamente para evitar este tipo de problemas que se están haciendo esfuerzos por definir e imponer una ética en materia, para no llegar a escenarios planteados en películas como *Terminator* o *Yo, Robot*.

### **5.13 El mercado de la robótica y las perspectivas futuras**

Las ventas anuales de robots industriales han ido creciendo en Estados Unidos. Esto se debe en primer lugar a que hay más personas en la industria que conocen la tecnología y su potencial de utilidad. En segundo lugar, la tecnología de la robótica avanza cada año, por lo que los robots serán más fáciles de usar. En tercer lugar, el crecimiento del mercado asegura una reducción en el precio unitario de las máquinas. Por último, se espera que el mercado de la robótica llegue más allá de las grandes empresas, alcanzado a las de tamaño mediano, pequeño y micro.

La robótica es una tecnología con futuro y también para el futuro. Existirán unidades de todo tipo, de propósito general o específico, muy especializados gracias a la precisión que los avances en física cuántica le permiten a la microelectrónica. El progreso en el desarrollo de sensores hará que los robots puedan ver, oír, palpar, aplicar una fuerza definida y desplazarse por sus propios medios. Las posibilidades serán infinitas y hay que estar preparados para éstas.

#### **5.13.1 Robótica en la educación**

Los robots están apareciendo en los salones de clases de distintas formas. Primero, los programas educacionales utilizan la simulación de control de robots como un medio de enseñanza. Un ejemplo palpable es la utilización del lenguaje de programación del robot Karel, el cual es un subconjunto del lenguaje de programación Pascal; este es utilizado por la introducción a la enseñanza de la programación.

Posteriormente, se introdujo el uso de lenguajes con fines didácticos, como LOGO, para enseñar ciencias computacionales. LOGO<sup>24</sup>, particularmente, fue creado con la intención de proporcionar al estudiante un medio natural y divertido en el aprendizaje de las matemáticas.

Y finalmente, está el uso de los robots en los salones de clases. Una serie de manipuladores de bajo costo, robots móviles, y sistemas completos han sido desarrollados para su utilización en los laboratorios educacionales. Debido a su bajo costo muchos de estos sistemas no poseen una fiabilidad en su sistema mecánico, tienen poca exactitud y en su mayoría carecen de software. Sin embargo, para los fines al interior del aula, realizan su función<sup>25</sup>.

### **5.14 Aplicaciones**

La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas. Esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales. De acuerdo con algunas predicciones, la industria de la robótica aún está en su infancia, enfocada sobre todo a operaciones automatizadas simples que no requieren de mucho análisis.

---

<sup>24</sup> Más información en el sitio web <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>

<sup>25</sup> Se hablará más a profundidad sobre la robótica en la educación a lo largo de todo el manual.

Se explicó con anterioridad que los problemas económicos de esta robotización podrían afectar a una gran cantidad de trabajadores, pero hay una corriente de pensamiento que opina lo contrario. Al automatizar los procesos con máquinas más flexibles, se reduce el costo del equipo, y se produce una reducción significativa en el costo de producción de bienes y servicios. Esto originaría una gran cantidad de empresas familiares (micro y pequeñas empresas), lo que a su vez provocaría la descentralización de la industria: más empresas implica más fuente de empleo. Además, permite realizar tareas que ponen en alto riesgo la integridad de los seres vivos.

A los robots se les está otorgando un mayor uso en las siguientes áreas:

1. Transferencia de material: movimiento de piezas de un lugar a otro. Se suelen considerar entre las operaciones más sencillas o directas de realizar por los robots.
2. Carga y descarga de máquinas: manejo de material en el que el robot se utiliza para servir a una máquina de producción transfiriendo piezas desde las máquinas.
3. Operaciones de procedimientos: trabajo directo sobre piezas. Se necesita que el efecto final del robot sea una herramienta (taladro, remachador, láser, etc.) en lugar de una pinza.
4. Soldadura por punto: Soldadura de dos piezas de metal por medio del paso de corriente en lugares predeterminados.
5. Soldadura por arco: Soldadura continua de dos piezas de metal. El proceso utiliza un electrodo metálico que se derrite para formar el sello, debido a un arco eléctrico.
6. Recubrimiento: Pintado de piezas de diversos materiales. Para esto se pueden utilizar brazos robóticos con varios grados de libertad cuando es pintado al spray, o máquinas grandes con brazos menos flexibles cuando es por medio de flujo o inmersión.

Ejemplos de estas aplicaciones se pueden encontrar en varios campos:

- Laboratorios: Los robots llevan a cabo con efectividad tareas repetitivas como la colocación de tubos de pruebas dentro de los instrumentos de medición. Resaltan tres ventajas sobre la operación manual: incrementan la productividad, mejoran el control de calidad y reducen la exposición del ser humano a sustancias químicas nocivas.
- Ingeniería nuclear: Con el desarrollo de tele operadores para manejar material radiactivo. Los robots más recientes han sido utilizados para soldar por medio de un control remoto y la inspección de tuberías en áreas de alta radiación. Varios robots y vehículos controlados remotamente han sido utilizados para limpieza en los lugares donde ha ocurrido una catástrofe nuclear.
- Agricultura: El Instituto de Investigación Australiano ha desarrollado muchos robots con fines agrícolas y ganaderos. Entre sus proyectos se encuentra una máquina que esquila a las ovejas. En Francia, por ejemplo, se hacen aplicaciones de tipo experimental para incluir a los robots en la siembra, y poda de los viñedos, como en la pizca de la manzana<sup>26</sup>.
- Espacio exterior: La exploración espacial tiene grandes problemas para el ser humano. El medio ambiente es hostil, y se requiere un equipo de protección muy costoso y limitado. Es por eso que se ha considerado el uso de los robots para estas misiones, pero como aún no se llega al



---

26 Aplicaciones de la robótica, <http://www.mundoinnova.net/tecnologia.asp?IdArticulo=52>

grado de automatización necesario, el ser humano no ha podido ser reemplazado por ellos. En Marzo de 1982 el transbordador Columbia fue el primero en utilizar robots tele operadores.

- Vehículos: Terrestres, aéreos y marítimos, los robots vehículos están teniendo un gran desarrollo alrededor del mundo. Se usan principalmente en exploración, mantenimiento, inspección, investigación y transporte. Un caso famoso fue el robot submarino que realizó la primera exploración a los restos del Titanic en el 1985.<sup>27</sup>
- En la medicina: Se han creado equipos que permiten cirugías en más corto tiempo sin necesidad de hacer heridas en la piel del humano, eliminando muchos inconvenientes de los procesos quirúrgicos. Computer Motion e Intuitive Surgical, han recibido la aprobación regulativa en América del Norte, Europa y Asia para que sus robots sean utilizados en procedimientos de cirugía invasiva mínima. Uno de los mejores ejemplos de robots en medicina es el Sistema Quirúrgico Da Vinci, desarrollado por Intuitive Surgical, que consiste en un robot quirúrgico diseñado para posibilitar cirugías complejas con invasiones mínimas al cuerpo humano (operaciones de próstata, reparaciones de válvulas cardíacas y procedimientos quirúrgicos ginecológicos<sup>28</sup>). En la actualidad, existen más de 800 de estos robots en el mundo.



*El Sistema da Vinci es una sofisticada plataforma robótica diseñada para ampliar las capacidades del cirujano*

### **5.14.1 Actividad 2 - Robots en el entorno**

#### **Robots en el entorno**

**Objetivo :** Identificar los robots que existen en el entorno inmediato.

**Descripción :** Los participantes se tomarán un tiempo para observar y recordar la mayor cantidad de robots que se pueden encontrar en el entorno cotidiano (casa, parque, centro comercial calles, trabajo, etc).

**Procedimiento :** En un hoja de papel indicar qué aparato o máquina es considerada un robot. Explicar por qué se cree que la elección es un robot.  
Realizar un dibujo del robot antes descrito y exponerlo al resto de los participantes.

**Recursos :** Información contenida en El Manual de Robótica Educativa, video, hojas de papel bond, hoja de trabajo (siguiente página)

**Tiempo :** 20 minutos.

<sup>27</sup> Titanic: Expediciones legendarias, [http://www.tudiscovery.com/titanic/expedition\\_diaries/leg1/](http://www.tudiscovery.com/titanic/expedition_diaries/leg1/)

<sup>28</sup> Sistema Quirúrgico Da Vinci, [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Quir%C3%BArgico\\_Da\\_Vinci](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Quir%C3%BArgico_Da_Vinci)

**HOJA DE TRABAJO**

Mencione el nombre de un robot en el entorno (casa, parque, centro comercial calles, trabajo, etc).

---

Explique el motivo por el que piensa que su elección es un robot:

---

---

---

---

---

---

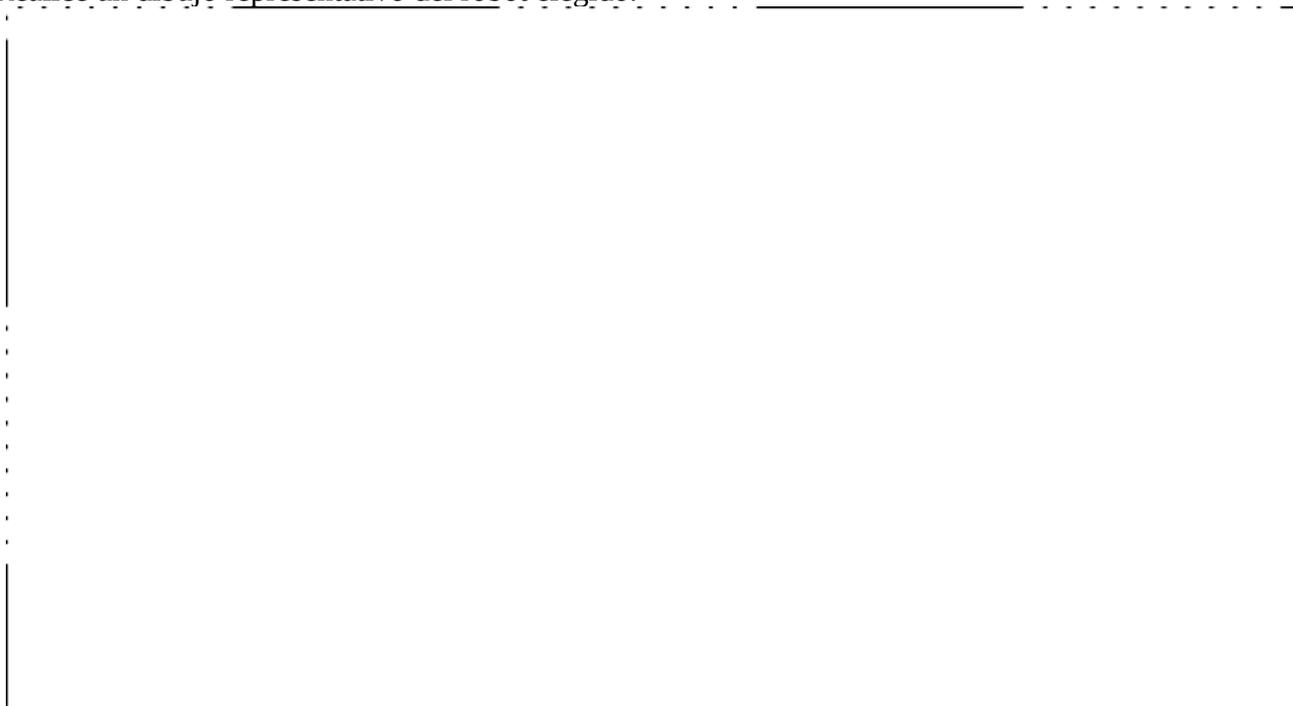
---

---

---

---

Realice un dibujo representativo del robot elegido.



## **5.15 Robótica educativa**

La iniciativa de algunos pedagogos por mejorar las condiciones dentro de las aulas de aprendizaje, concluyó en la idea de crear robots como una forma de unificar conocimientos de física, electrónica, mecánica e informática. De esta forma los estudiantes cuentan con un recurso con el que aprenden haciendo. Este ambiente de trabajo permite comprender conceptos físicos y matemáticos que anteriormente resultaban complicados de aprender, al facilitar el desarrollo del pensamiento lógico.



*En el 2010, el Ministerio de Educación lanzó el Proyecto Piloto de Robótica Educativa, como parte de la introducción de las nuevas tecnologías que impulsa el Plan Social Educativo "Vamos a la Escuela".*

La experiencia que dejó esta práctica en diferentes países ayudó a descubrir muchas formas en las que la robótica apoya las prácticas docentes. Mostró ser una herramienta que potencia las representaciones de los conocimientos construidos, debido a la interacción del aprendiz con los materiales. Además, los estudiantes se enfrentan de forma colaborativa a la resolución de un problema.

### **5.15.1 ¿Qué es la robótica educativa?**

El director del programa de Robótica Educativa de México, Sergio Tejeda Navarrete, la define como "el conjunto de actividades pedagógicas que apoyan y fortalecen áreas específicas del conocimiento y desarrollan competencias en el estudiante, a través de la concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de robots".<sup>29</sup>

El objetivo de la enseñanza de la Robótica, no es únicamente lograr una adaptación de los estudiantes a los procesos productivos actuales, sino también desarrollar de forma mucho más práctica habilidades motoras, sociales, y de trabajo en equipo, reforzando el conocimiento en las demás ciencias.

### **5.15.2 Fundamentación**

Con el método tradicional de enseñanza de las ciencias, los estudiantes reciben la teoría desde los libros de texto o del docente. Como refuerzo a los temas, se realizan ejercicios en forma de tareas, lecturas, presentaciones, etc.; en donde los estudiantes deben aplicar los conocimientos adquiridos. Pero dependiendo del contenido, este método no es suficiente para fijar en la mente de los estudiantes todos los conceptos necesarios.

Ante esto, los laboratorios representan una oportunidad de mejorar la enseñanza por medio de la investigación y la ejecución de experimentos. En el trabajo de robótica, particularmente, el estudiante se enfrenta a situaciones concretas que requieren de soluciones prácticas y de una base

<sup>29</sup> Utilizan método coreano Robótica Educativa de México róbo-ed, 2009. <http://www.oem.com.mx/esto/notas/n1226493.htm>

teórica que lo conduce a un proceso de auto aprendizaje. Esta tecnología multidisciplinaria incorpora muchas ciencias en una sola estructura, en la que los estudiantes pueden plantearse nuevos retos, lo cual permite incentivar la competencia sana. Una correcta ejecución de esta metodología resulta atractiva y deja de convertirse en una obligación para pasar a ser diversión que educa a la vez.

### **5.15.3 Aprendizaje de las ciencias**

Entre los múltiples temas que son investigados por los estudiantes en estos procesos, destacan:

- Sistemas eléctricos y circuitos electrónicos.
- Conexiones en serie y en paralelo.
- Motores de corriente directa y de corriente alterna.
- Actuadores.
- Mecánica del movimiento.
- Física aplicada.
- Matemática.
- Programación.
- Análisis y diseño de algoritmos.

### **5.15.4 Materiales utilizados - ¿Al alcance de quiénes?**

En entornos de robótica se utilizan equipos electrónicos de diferentes propósitos. Un laboratorio de desarrollo bien equipado contaría con máquinas especializadas en tareas como medición de señales (osciloscopios), fuentes de poder, multímetros, generadores de funciones, etc. Todos estos recursos pueden resultar muy costosos y dependiendo del objetivo del laboratorio, no ser necesarios.

Las partes estructurales puede ser de diversos materiales. Un brazo robótico bien puede ser construido con un esqueleto interno de aluminio con un recubrimiento de fibra de carbono, o simplemente en una estructura hecha de madera. La creatividad es el factor más importante, siempre que se tome en cuenta la accesibilidad, rendimiento y el costo de los recursos.

Pero si se va a construir un robot, un sistema mecánico que realice una tarea que le ha sido programada, es necesario un dispositivo electrónico que ejecute los procedimientos especificados. Este dispositivo se llama microcontrolador (o microprocesador, si es más específico) y desempeña el rol de cerebro dentro del robot. Para conocer su medio y poder tomar y ejecutar acciones, el microcontrolador necesita canales de información en forma de señales eléctricas provenientes de los sensores (entradas – Input, en inglés) o dirigidas hacia los actuadores (salidas – Output, en inglés). El conjunto de estas vías de comunicación se llama interfaz de entrada-salida, o interfaz ES<sup>30</sup>. Estos medios de adquisición de datos también deberán ser tomados en cuenta a la hora del diseño y construcción, pero pueden ser tan complejos como un radar, hasta un motor de un carro de juguete conectado con cables de teléfono a una batería.

---

30 De esto se hablará más adelante en el módulo VII

La programación del microcontrolador se hace generalmente desde una computadora, por medio de una interfaz proporcionada por el fabricante del controlador. Sin embargo, algunos ya traen incorporados la interfaz de programación que necesitan, y le permiten al usuario una manipulación más rápida y sin uso del ordenador. Suelen incluir, además, rutinas pre programadas para el acondicionamiento y conversión de las señales provenientes de los sensores, o dirigidas hacia los actuadores.

Existen varios modelos comerciales de microcontroladores, entre los que se pueden mencionar:

- Interfaz ROBO TX Controller de Fischertechnik
- Ladrillo RCX, NXT de Lego
- Interfaz Enconor, de Enconor Tecnología Educativa
- Robot Programable Moway, de Minirobots
- Sistema constructivo Multiplo, de RobotGroup
- Kits educativos y contenidos Robo-Ed.
- Microprocesadores PIC
- Tarjetas de desarrollo de Arduino.

### **5.15.5 Actividad 3 - Construcción de un brazo Robot**

#### **Construcción de un brazo Robot**

**Objetivo :** Construir y dar movimiento a un brazo mecánico partiendo del la ley de Pascal.

**Descripción :** Se construirá un brazo robot Mecánico con materiales económicos y sencillos.

**Procedimiento :**

1. Reconocimiento de Materiales.
2. Adecuar materiales.
3. Construcción o armado del brazo robot siguiendo Esquema.
4. Etapa de prueba y verificación.
5. Demostración de prototipo.

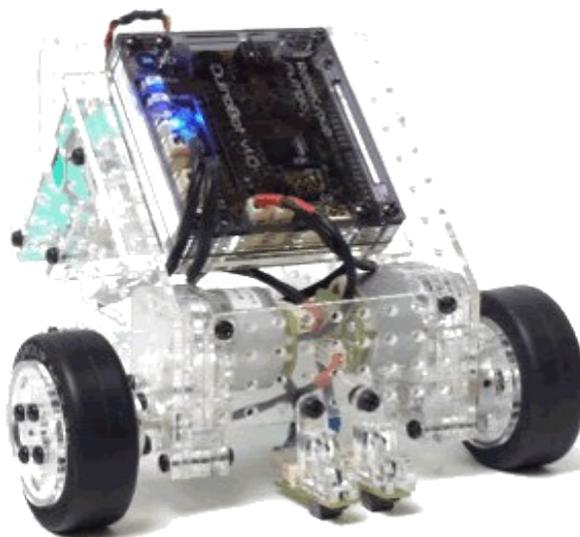
**Recursos :** Cartón, Jeringas, sonda, pernos, tornillos, hilo nylon moldes, tijera, cinta, pega, silicón y agua. Diagrama de brazo robot.

**Tiempo :** 20 minutos.

## **5.16 Experiencia de Robótica Educativa en varios países**

### **5.16.1 Argentina**

En todos los Colegios de la República Argentina se está impulsando la Roboliga, para niños mayores de 11 años. Con ésta se busca fomentar el interés por la ciencia, la tecnología y la experimentación, generando conciencia en los jóvenes con respecto al impacto de las nuevas tecnologías en todas las áreas de nuestra vida<sup>31</sup>. En la parte industrial, se está trabajando en el desarrollo de tarjetas integradas con microcontroladores para la construcción de robots de diversos tipos. Tal es el caso de la placa DuinoBot, que cuenta con comunicación USB 2.0 y es totalmente compatible con el entorno de programación Arduino<sup>32</sup>.



Tarjeta DuinoBot incorporada a un robot móvil.

### **5.16.2 Chile**

La robótica educativa en Chile ha tenido grandes saltos en los últimos años. Los talleres de Robótica Edustorm (Tormenta Educativa) tienen una programación anual desde el mes de abril hasta el mes de diciembre. Ahí los estudiantes aprenden los conceptos básicos de la robótica, así como la construcción y programación, utilizando kits educativos: Lego NXT y RCX, Olo, Parallax, Energías Renovables, Pitágoras y Legotrónica, y esto les permite llevar a la práctica los conceptos teóricos aprendidos en la rama de Educación Tecnológica. Organizan torneos de robótica que ayudan a acercar más a los jóvenes a este campo, en un ambiente creativo que propone prototipos de tecnología combinando material reciclado con circuitos básicos de electrónica<sup>33</sup>.

Por otro lado, Chile está haciendo un esfuerzo por incorporar la automatización en su industria. Aunque son conscientes de que no puede competir con grandes potencias mundiales en

31 Roboliga 2013. <http://www.roboliga.edu.ar/>

32 Robot Group, <http://www.robotgroup.com.ar/>

33 Robostorm – Tormenta Educativa, <http://edustorm.blogspot.com/>

tecnología, están apostándole a crear una oferta sólida, basada en soluciones robotizadas para un nicho en el mercado.<sup>34</sup>



Imagen de un modelo robótico construido con un Kit de robótica usado para la educación en Chile<sup>35</sup>.

### **5.16.3 España**

La Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España (LOGSE) ha introducido como tema obligatorio la robótica en la educación secundaria. Se estableció que los contenidos debían incluir tecnologías de la información y control automatizado. De esta forma, se ha incorporado en las escuelas experimentación con sistemas automáticos, sensores, actuadores y aplicación de la retroalimentación en dispositivos de control; diseño y construcción de robots; uso del ordenador como elemento de programación y control; trabajo con simuladores informáticos para verificar y comprobar el funcionamiento de los sistemas diseñados.<sup>36</sup>

En este país han surgido proyectos en robótica educativa que han logrado extenderse al territorio nacional. Tal es el caso de COMPLUBOT, que nació en el año 2003 como una actividad extraescolar de robótica educativa. En el 2011,



Niños participando en un programa anual de robótica organizado por Complubot.

<sup>34</sup> Electro Industria. <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1269&tip=9>

<sup>35</sup> Chile Robótica, [http://www.chilerobotica.cl/paginas\\_interiores/clases.php](http://www.chilerobotica.cl/paginas_interiores/clases.php)

<sup>36</sup> Educa Madrid, <http://www.educa2.madrid.org/educamadrid/>

logró convertirse en una Asociación sin ánimo de lucro con el objetivo principal de difundir la robótica educativa.<sup>37</sup>

#### **5.16.4 El Salvador**

En el año 2010 se lanzó el Proyecto Piloto de Robótica Educativa, como parte de la introducción de las nuevas tecnologías que impulsa el Plan Social Educativo “Vamos a la Escuela”. Con éste se busca crear un ambiente de aprendizaje que permita a estudiantes concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes actividades con fines pedagógicos apoyados en recursos tecnológicos. El proyecto da un nuevo empuje a la innovación educativa en el país, permitiendo a las futuras generaciones disponer de herramientas necesarias para desarrollar sus habilidades en tecnología.

La robótica en las escuelas es una disciplina integradora de distintas áreas del conocimiento que desarrolla en los estudiantes un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal, propio del enfoque educativo basado en competencias. Para aprovechar al máximo estas ventajas, en cada centro escolar beneficiado por este proyecto se busca crear un ambiente de aprendizaje propicio, es decir, un espacio durante el desarrollo del currículo -y extracurricular también- para realizar los proyectos educativos de robótica; dichos centros educativos deben disponer de equipos de computación, una mesa de trabajo, una pizarra, un proyector, ambientación de futuro o alusiva al tema, un espacio para salvaguardar los kits.

Si bien este proyecto está en una etapa inicial, tiene una visión a futuro en la que se incluyen más centros educativos, apoyo tecnológico, formación profesional docente, materiales de apoyo y otros recursos que permitan implementar la robótica en el currículo de forma efectiva y eficiente.

#### **5.16.5 Actividad 4 - Explorando en Internet**

##### **Dinámica de acción.**

- Objetivo :** Buscar información complementaria que permita tener una idea ampliada de los avances de la robótica en los países de Latinoamérica.
- Descripción :** La actividad se realizará en grupos de cinco participantes cada uno. Se puede utilizar la búsqueda en internet y los conocimientos de cada integrante del equipo. Se usará el cuadro proporcionado como recurso.
- Procedimiento :** Obtener la información que se solicita en el cuadro para la actividad y complementarla en éste.  
Compartir los resultados con los demás equipos.

---

<sup>37</sup> Complubot, <http://complubot.educa.madrid.org>

**Dinámica de acción.**

Recursos:	País	Importancia en la producción	Modelo de robot:	
			Industrial	Educativo
	Argentina			
	Chile			
	Colombia			
	España			
	Japón			
	El Salvador			
	Otro			

**Tiempo :** 45 minutos.

### **5.17 Etapas que deben experimentar los y las docentes**

Dentro de la robótica educativa, sus docentes adquieren un rol importante y diferente del papel clásico en el método de enseñanza y de aprendizaje. Ahora su trabajo estará definido por las nuevas responsabilidades que posee intrínsecamente un ambiente tecnológico de este tipo. Deberá, por ejemplo:

- Crear escenarios educativos que permitan la incorporación de nuevas tecnologías.
- Proponer el planteamiento de problemas para permitir un ambiente de ensayo y error. Esto implica permitir que sus estudiantes se equivoquen y dejar que encuentren sus desaciertos y hagan contrapropuestas colectivas.
- Incentivar a estudiantes a hacer uso de la imaginación para hacer propuestas creativas que puedan ser llevadas a la práctica.
- Retar a una mejora constante de sus proyectos y construcciones, de la mano con una mentalidad visionaria y perseverante que permita crecer sin límites.
- Mostrar el diálogo como una vía útil para el planteamiento de ideas y la puesta en común de las ideas de los demás.
- Hacer un especial énfasis en el auto aprendizaje por medio de la investigación y disfrute del trabajo que se realice. Sólo por este medio, sus estudiante podrá alcanzar las metas que se proponga.
- Motivar a todos sus estudiantes a participar en el uso de las tecnologías para la formación personal. Esto incluye aprender a lidiar con sus problemas junto a estudiantes, tales como la frustración, la falta de información, de recursos, etc.

El proyecto de Robótica Educativa en El Salvador, por ejemplo, tiene como objetivo principal ayudar a educadores a desarrollar confianza en las capacidades propias, por medio de la experiencia generada al realizar proyectos en la práctica. De esta forma se establece una robótica pedagógica que capacita a docentes para la enseñanza de las ciencias básicas con el apoyo de la tecnología.

### **5.17.1 Los y las estudiantes**

Cuando un estudiante entran al mundo de la robótica educativa, adquiere compromisos consigo mismo, los cuales, posteriormente, deberán ser para la comunidad. El y la estudiante tiene que estar consciente de que no puede desaprovechar las oportunidades que se le presentan para salir adelante. Las dificultades que surjan en el camino no deberán ser motivo de duda o de rendición, sino más bien un reto que pueden enfrentar en equipo.

Durante el desarrollo de los distintos proyectos, los y las estudiantes se encontrarán con conceptos que quizás les resulten nuevos u olvidados, y será tarea de ellos procurar consultarlos con el docente o realizar un proceso de investigación que les ayude a clarificar las dudas. Llevar las ideas y la teoría a la construcción de un robot será el sello que unificará el método y le dará sentido, por lo que es de vital importancia que los y las estudiantes procuren transformar soluciones en resultados concretos y realizables.

### **5.18 Herramientas útiles para la Robótica Educativa**

Debido al desarrollo de la tecnología, hoy en día existe una gran variedad de sistemas electrónicos y de programación que permiten la construcción y programación de robots sin ser necesario disponer de un avanzado laboratorio científico. Muchos de éstos tienen gran potencial didáctico debido a que tienen un entorno de programación amigable, buen desempeño, recursos suficientes, y un costo accesible. Por otro lado, existen otros más completos con fines educativos, pero poseen un precio más elevado.

A continuación se mencionan algunos de estos sistemas que han sido usados en los modelos de educación de robótica en varios países:

#### **5.18.1 Arduinos**

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo que incluye pines de entrada y salida de señales, así como puertos para comunicarse con la computadora. Fue diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Se puede descargar un software libre del mismo nombre para su programación, o se puede usar otra herramienta en lenguaje de programación llamado lenguaje C.

Fue creado para artistas, diseñadores, aficionados y para cualquier persona interesada en crear entornos u objetos interactivos<sup>38</sup>. Por su facilidad de uso ha sido una de las principales elecciones para quienes se introducen al mundo de la robótica educativa.

---

38 Arduino Home-Page, <http://www.arduino.cc/es/>

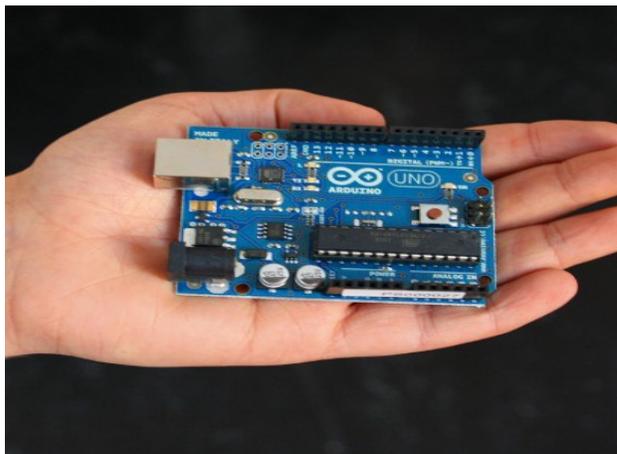


Imagen de un Arduino, modelo UNO, tomada por el equipo A-Team de Arduino.

### 5.18.2 WeDo

Es la propuesta de Lego Education para chicos. Se pueden construir 12 modelos con sensores simples y un motor que se conecta a la computadora. Los comportamientos se programan con una herramienta extremadamente simple, fácil y divertida para iniciarse en la robótica<sup>39</sup>. Sus diseñadores sostienen que es ideal para contar historias y cuentos, para un aprendizaje lúdico que fomente la colaboración y participación de chicos; a su vez, facilita la comprensión de conocimiento no tecnológico en asignaturas como Lenguaje, Ciencias Sociales o Historia.



*“Cocodrilo hambriento” de WeDo conectado a la computadora para ser programado.*

---

<sup>39</sup> Lego-WeDo, <http://ro-botica.com/es/tienda/LEGO-Education/LEGO-WeDo/>

### 5.18.3 Scratch

Es un lenguaje de programación en el que se pueden crear animaciones, juegos, música y arte. Scratch<sup>40</sup> fue diseñado para el aprendizaje y la educación, con un público objeto de entre 8 y 16 años, aunque puede ser usado por chicos de todas las edades debido a su dinamismo. A medida que los jóvenes trabajan proyectos en Scratch, desarrollan habilidades importantes en su desarrollo académico: Matemáticas, Computación, razonamiento sistematizado, trabajo colaborativo, solución de problemas, y sobre todo creatividad, son sólo algunos ejemplos.<sup>41</sup>



*A Scratch lo desarrolla el Lifelong Kindergarten Group en el Laboratorio de Medios de MIT*

#### 5.18.3.1 Entorno y lenguaje

Scratch se utiliza universalmente en muchos entornos diferentes: las escuelas, museos, centros comunitarios y hogares. Está destinado especialmente para todas las edades. Por ejemplo, los niños más pequeños pueden crear proyectos con sus padres o hermanos mayores; estudiantes universitarios pueden hacer uso de éste en alguna clases de computación introductoria. Desde el punto de vista de la definición, Scratch es un entorno de programación constituido por símbolos iconográficos denominado “bloques”. Este entorno aprovecha los avances en diseño de interfaces para hacer que la programación sea más atractiva y accesible para todo aquel que se enfrente por primera vez al reto de aprender a programar.

40 Scratch, para descargar, <http://scratch.mit.edu/>

41 Acerca de Scratch, [http://info.scratch.mit.edu/es/About\\_Scratch](http://info.scratch.mit.edu/es/About_Scratch)



## 6 MÓDULO II - "APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS"



## **6.1 Propósito**

Desarrollar en los docentes la capacidad de análisis, reflexión, creación e innovación, mediante el trabajo de proyectos, el método científico y estrategias de aprendizaje basado en la resolución de problemas, así como estrategias de colaboración y cooperación en el contexto de la robótica educativa, para ser implementados en el entorno educativo.

## **6.2 Descripción**

Es importante que los docentes reflexionen sobre la capacidad de análisis del trabajo que se realiza en el aula con sus estudiantes. Para ello deben conocer las diferentes estrategias para el desarrollo de actividades mediante el trabajo por proyecto, con base en el método científico, estrategias de aprendizaje basado en la resolución de problemas, y el trabajo colaborativo y cooperativo.

Hoy en día, son muchas las estrategias de aprendizaje que los docentes tienen a su alcance y esto les ayuda a innovar las prácticas en el aula. Crear ambientes de aprendizaje nuevos y motivadores es una tarea que deben procurar a diario docentes y estudiantes. Las comunidades de aprendizaje cada día toman mayor fuerza: el trabajo colaborativo es considerado indispensable en el quehacer de la escuela y de la sociedad.

La idea del trabajo en base a proyectos aboga porque las escuelas utilicen proyectos que engendren "actividades con propósito". Los proyectos ayudan a crear un ambiente de aprendizaje muy enriquecedor que no debe de quedar encerrado en las cuatro paredes del salón. Una de las nociones de la educación formal es que ésta tiene que, por obligación, ocurrir dentro de las paredes del aula, lo cual se derrumba con esta nueva visión de educación que se plantea en este módulo.

## **6.3 Resumen de Actividades**

Actividad 1: Reflexión sobre la educación actual

Actividad 2: Ambientes colaborativos.

## **6.4 Análisis y reflexión sobre el trabajo educativo mediante el método científico.**

La ciencia no consiste simplemente en un conjunto ordenado de conocimientos acerca de la naturaleza, o en una investigación sistematizada de la misma. La ciencia también es un método de investigación, un modo de conocer, un camino fiable hacia el descubrimiento: es un método científico que explica el por qué de las cosas de forma confiable, verificable. Su utilización implica necesariamente la puesta en práctica del pensamiento lógico, un modo de indagar en la realidad no necesariamente reservado a los científicos de laboratorio. Cualquiera que sea capaz de aplicar este método, independientemente de que lo emplee en el estudio de la naturaleza o no, está usando el pensamiento científico.

“El desarrollo de la actividad científica precisa de grandes dosis de imaginación y de una actitud crítica ante lo observado, además de perseverancia para encarar las dificultades que surgen”<sup>42</sup>. Es por esto que “constituye una práctica efectiva para la educación en valores que contribuyen a la formación del estudiante como ser social, tales como la disciplina, la voluntad, la tenacidad y las relaciones interpersonales”<sup>43</sup>. Según Garcidueñas (2003) no se deben olvidar los valores característicos de la ciencia, que para él son los siguientes:

- La visión objetiva, que hace ver las cosas y fenómenos en su propia realidad y no conforme al gusto o prejuicios del observador.
- El pensamiento lógico, que exige explicaciones de las causas de los fenómenos que sean razonables y verificables, excluyendo causas imposibles de comprobar.
- El pensamiento crítico, comparando las construcciones teóricas con los hechos observados.

“Los estudiantes deben aprender ciencia, aprender a hacer ciencia y aprender sobre la ciencia”<sup>44</sup> y el método experimental proporciona al estudiante la oportunidad de conocer cómo elabora un científico el conocimiento. Sin embargo, en la realidad no se hace habitualmente ciencia en las instituciones educativas, sino que únicamente se enseña con la intención de que los estudiantes la aprendan. Con frecuencia se identifica el trabajo en el laboratorio con el método científico, cuando meramente es una experiencia a partir de "recetarios".

“Los educadores hemos de ser inconformistas e innovadores, dado que es posible transmitir un conocimiento científico actualizado y además enseñar a nuestros estudiantes a producir conocimientos”<sup>45</sup> Bajo este planteamiento es necesario diseñar una estrategia educativa con la que los estudiantes sean capaces de utilizar el pensamiento científico y conocer, a través de su propia experiencia, cómo se construye la ciencia. Esto entra en resonancia con la opinión de Howard Garder, uno de los precursores del aprendizaje por descubrimiento, que opina que el mejor modo de enseñar ciencias es poner en práctica los procesos característicos de la actividad científica<sup>46</sup>.

42 Ausbel et al., 1983; Valdés y Valdés, 1994

43 Alejandro Alfonso et al., 2004

44 Hodson, 1994

45 Fumagalli, 1993

46 Manuel Rivas Navarro, Procesos Cognitivos y Aprendizaje Significativo. Madrid, 2008. <http://www.madrid.org/cs>.

### **6.4.1 El constructivismo y su aplicación en la enseñanza de las ciencias.**

Los psicólogos que más han contribuido a configurar una visión constructivista del aprendizaje de las ciencias han sido Piaget, Vigosky y Ausubel; sus aportaciones, junto con los resultados empíricos de la investigación en Didáctica de las Ciencias, han servido de referencia para fundamentar modelos didácticos constructivistas, que en la actualidad son considerados como perspectivas de cambios importantes en la enseñanza de las ciencias.

Las propuestas de Vigosky sobre las relaciones entre aprendizaje y desarrollo representan una visión optimista del papel de la educación. Entre sus ideas, destacan: el valor que da a la instrucción en relación con el desarrollo; la importancia que concede a las relaciones entre pensamiento y lenguaje y a las influencias sociales, tanto para el aprendizaje como para el desarrollo; su concepto de zona de desarrollo potencial; así como la distinción que hace entre conceptos espontáneos y científicos y el modo en que explica su formación.

En el mundo tecnológico moderno, los estudiantes consumen más televisión que aprendizaje escolar, lo que da como resultado a un individuo sólo consumidor de tecnología. Se busca un cambio, que el estudiante vincule el “saber” con el “saber hacer”, la teoría con la práctica, de manera que los aprendizajes sean significativos y perdurables. De esta manera, los estudiantes no serán simplemente consumidores de tecnología, como lo son la mayoría de adultos, sino que estarán en condiciones de diseñar, construir, programar y operar prototipos tecnológicos, pues podrán comprender y dominar la tecnología.

### **6.4.2 El pensamiento científico en los estudiantes**

La formación científica en los estudiantes es un problema que llama la atención de los investigadores desde hace varias décadas. Transformar la naturaleza de la ciencia en un objeto de enseñanza para los estudiantes requiere prestar atención a los modelos científicos que los estudiantes elaboran del mundo que les rodea. En este sentido, Driver, Guesne y Tiberhien (1989)<sup>47</sup> caracterizaron el pensamiento de los estudiantes en 4 fases.

1. Pensamiento dirigido a la percepción: Los estudiantes tienden a basar inicialmente sus razonamientos en las características observables de una situación problemática.
2. Enfoque centrado en el cambio: Los estados constantes contribuyen una característica importante del pensamiento científico infantil. Esta tendencia suele centrarse en las secuencias de hechos o en las modificaciones que ocurren en las situaciones con el transcurso del tiempo (transiciones) más que en un equilibrio.
3. Razonamiento casual lineal: Cuando los estudiantes explican los cambios, su razonamiento tiende a seguir una secuencia causal lineal (eventos ordenados y consecutivos).
4. Dependencia del contexto: Uno de los obstáculos que se encuentra el estudiante, consiste en descubrir modos de comprobar el pensamiento científico que permita separar la categoría de representación.

“Los estudiantes aprenden haciendo” y “Los estudiantes sólo aprenden escuchando” son dos afirmaciones que chocan dentro de un modelo rígido de educación. La validez de las dos invita a

---

<sup>47</sup> Citado en Bonilla (2011)

construir, entonces, un sistema dinámico en el que los estudiantes puedan llevar a la práctica los conocimientos y, a la vez, participar en un proceso de enseñanza y aprendizaje.

### **6.4.3 Actividad 1 – Reflexión sobre la educación actual**

#### **Dinámica de Trabajo**

**Objetivo :** Reflexionar sobre la importancia del desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes.

**Metodología :** Se realizará una dinámica grupal en donde se hará una lluvia de ideas sobre las situaciones de aprendizaje que presentan sus estudiantes y de qué manera se podrían solventar.

**Actividad :** Desarrollar la investigación de acuerdo a la guía de trabajo proporcionada.

**Recursos :** Materiales para la dinámica, guía de trabajo para la investigación (presentada en la página siguiente), materiales desechables.

**Tiempo :** 45 Minutos.

### **6.5 Estrategias de aprendizaje basado en la resolución de problemas.**

El Aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABP) es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los estudiantes para llegar a una solución ante un problema planteado por el docente.<sup>48</sup>

Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los estudiantes una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes apliquen también esos conocimientos para solucionar un problema concreto.

El ABP es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas para la adquisición de los nuevos conocimientos. En esta metodología los protagonistas del aprendizaje son los propios estudiantes, que asumen la responsabilidad de ser parte activa en el proceso.

Mediante el ABP, los estudiantes son capaces de desarrollar su pensamiento crítico y su habilidad para identificar y caracterizar problemas, integrando los conocimientos adquiridos en diversas áreas. Durante la resolución de los problemas encontrados en los proyectos, se crea una conciencia del propio aprendizaje que propicia una actitud de autoestudio y autoevaluación. Con esto, los estudiantes siguen un camino de investigación que les permitirá aumentar sus habilidades en cuanto a la búsqueda, manejo y retención de información, y los obligará a planificar estrategias de solución a problemas y a ejercitar el razonamiento eficaz y la creatividad.

---

<sup>48</sup> Aprendizaje basado en problemas: guía rápida sobre nuevas metodologías. Universidad Politécnica de Madrid, [http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf)



Coordinación de Robótica Educativa  
Departamento de Investigación y Acompañamiento Docente  
Gerencia de Tecnologías Educativas  
Dirección Nacional de Educación en Ciencia, Tecnología e  
Innovación  
Vice ministerio de Ciencia y Tecnología  
Ministerio de Educación



## **GUÍA DE TRABAJO PARA HACER OBSERVACIONES MÈTODO CIENTÌFICO**

### **EXPERIMENTOS CON HUELLAS**

Gloria y Roberto visitaron un Museo de Historia Natural, donde compraron un juego para hacer un “esqueleto de fósil”. Leyeron que el esqueleto había sido diseñado con modelos de fósiles. Algunos modelos se construyeron de restos incompletos.

Gloria y Roberto se preguntaron cómo los científicos podían determinar el aspecto de los fósiles al observar solamente un fragmento de éste.

Identificaron su problema: ¿Cómo puede determinarse la estructura completa de un objeto con huellas de una sólo una parte?

Gloria y Roberto decidieron realizar un experimento para averiguarlo, le pidieron ayuda a varios de sus amigos. Los amigos actuaron como científicos, tratando de identificar objetos por medio de huellas. Gloria y Roberto sólo exhibirían una huella de un objeto a la vez, para saber cuánto hay que observar de un objeto para poderlo identificar.

### **PENSAR EN EL EXPERIMENTO**

El problema es la pregunta que se quiere contestar. Las observaciones son cualquier cosa que se identifique sobre el problema. Hacer observaciones es el primer paso para resolverlo.

1. ¿Qué les pidieron que observaran Gloria y Roberto a sus amigos?
2. ¿Qué se puede determinar sobre un objeto al observar sus huellas?
3. ¿Qué es lo que no se puede determinar sobre un objeto al observar sus huellas?
4. ¿Cómo podría ser útil el usar una huella como modelo para hacer mejores observaciones?
5. ¿Qué información sobre el objeto, que no puede observarse del molde, podría ser útil para identificarlo?



Coordinación de Robótica Educativa  
Departamento de Investigación y Acompañamiento Docente  
Gerencia de Tecnologías Educativas  
Dirección Nacional de Educación en Ciencia, Tecnología e  
Innovación  
Vice ministerio de Ciencia y Tecnología  
Ministerio de Educación



## ¡Manos a la obra!

**Realizar el experimento de Gloria y Roberto, para ver si se obtienen la misma conclusión.**

### PROBLEMA

¿Cómo puede determinarse la estructura completa de un objeto por medio de huellas de sólo una de sus partes?

### HIPÓTESIS

La estructura de un objeto se puede determinar por inferencia: usando los conocimientos del objeto o de otros objetos.

### MATERIALES

4 pedazos de plastilina, unos pequeños objetos que dejaran la huella en la plastilina.

### PROCEDIMIENTOS

1. Trabajar con un equipo de cuatro o cinco amigos.
2. Escoger un pequeño objeto que va a dejar huella en la plastilina.
3. Presiona suavemente parte del objeto contra un pedazo de plastilina para hacer una huella. (No mostrar el objeto al equipo).
4. Repetir el paso 3 tres veces. Usar una parte distinta de la plastilina cada vez.

5. Mostrar una huella de plastilina a los compañeros. Después de que observen la huella, pedir que escriban lo que creen que es el objeto.
6. Repite el paso 5 tres veces con cada una de las huellas hechas en los pasos previos.
7. Anotar cuantas huellas necesita ver cada persona antes de poder identificar correctamente el objeto.

### DATOS Y OBSERVACIONES

Persona que observa	No. De observaciones necesarias para identificar el objeto.

### CONCLUSIONES

Escribir conclusiones con base a los datos observados

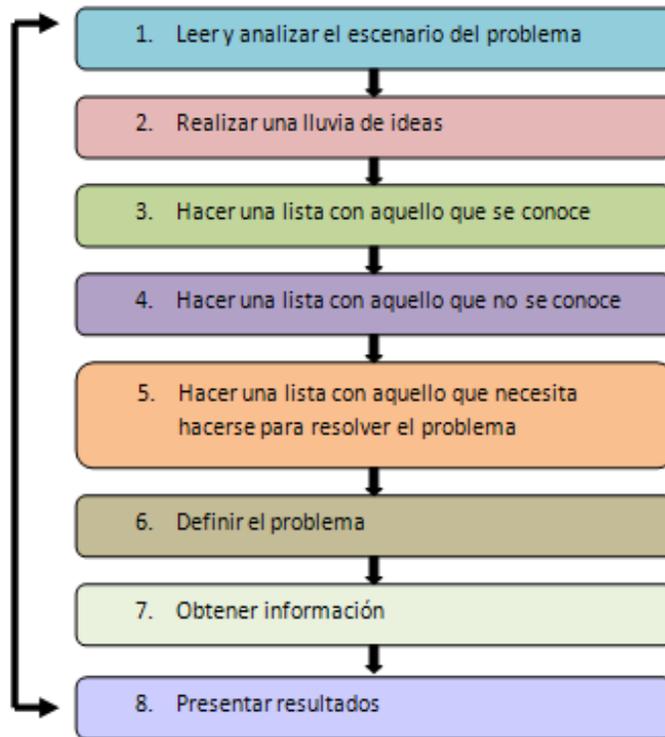
## Práctica

### HACER OBSERVACIONES

Una de las destrezas más importantes que posee un científico es su capacidad para hacer observaciones cuidadosas.

1. Arma el rompecabezas y describe lo que observas.
2. Intercambia las descripciones con los otros compañeros y trata de nombrar el objeto que describe.

Morales y Landa establecen que el desarrollo del proceso de ABP ocurre en ocho fases<sup>49</sup>



De acuerdo con la Guía rápida sobre nuevas metodologías de la Universidad Politécnica de Madrid, Aprendizaje basado en problemas<sup>50</sup>, los docentes deben de seguir los siguientes pasos al diseñar las sesiones de ABP:

### 1. Escoger

La situación problema sobre la que los y las estudiantes tendrán que trabajar

### 2. Seleccionar

Los objetivos que, dentro de las competencias de la materia, los estudiantes deberán lograr con la actividad.

### 3. Organizar

Sesiones de tutoría a nivel individual y grupal. Este espacio ofrece al tutor la posibilidad de conocer cómo avanza la actividad. Constituyen una magnífica oportunidad para intercambiar ideas, exponer las dificultades y los avances en la resolución del problema.

### 4. Establecer

El tiempo para que los estudiantes resuelvan el problema y puedan organizarse. Dependerá del alcance del problema, pero no se recomienda que sea demasiado

<sup>49</sup> Citado en Aprendizaje Basado en Problemas, Guía rápida sobre nuevas metodologías. Universidad Politécnica de Madrid, 2008.

<sup>50</sup> Citado en Aprendizaje Basado en Problemas, Guía rápida sobre nuevas metodologías. Universidad Politécnica de Madrid, 2008.

extenso para no desmotivar a los estudiantes. También se pueden seleccionar los momentos en los que los estudiantes estarán en el aula trabajando y aquellos en los que no es necesario.

## **5. Orientar**

Las reglas de la actividad y el trabajo en equipo. Los conflictos dentro de los grupos (tensiones, malestar entre los miembros, descoordinación, etc.) pueden ser beneficiosos si se solucionan adecuadamente. Para lidiar con estos problemas, se pueden asignar roles dentro de los equipos, pero sin dejar de lado que todos deben participar activamente en el trabajo común.

## **6.6 Proyectos colaborativos y cooperativos**

Realizar trabajos en grupo es un método educativo frecuentemente utilizado por docentes. Existen básicamente dos formas de realizarlos: en forma colaborativa y de manera cooperativa. Para Unigarro (2001), se trabaja colaborativamente cuando cada uno de los integrantes de un grupo se encarga de efectuar una tarea específica y al final se unen todas las partes. El trabajo será Cooperativo cuando todos los integrantes del grupo realizan en común todas las tareas requeridas.

El aprendizaje en la escuela requiere de trabajo colaboración y cooperación. De esta forma los estudiantes desarrollan sus habilidades individuales y grupales. Los procesos de discusión inherentes dentro de las actividades preparan a los integrantes del equipo a defender sus ideas con base a argumentos consistentes, al mismo tiempo que aprenden a reconocer las ideas de los demás.

De acuerdo con las teorías del aprendizaje de Piaget, Vygotsky y Dewey, citadas en el documento *Proyectos colaborativos y cooperativos en Internet*, de Eduteka.org (2005)<sup>51</sup>, los ambientes con este tipo de actividades preparan al estudiante para:

- Participar activamente en la construcción colectiva.
- Asumir y cumplir compromisos grupales.
- Dar ayuda a los demás y pedirla cuando se requiera.
- Poner al servicio de los demás sus fortalezas individuales.
- Aceptar los puntos de vista de otros
- Comprender las necesidades de los demás.
- Descubrir soluciones que beneficien a todos.
- Establecer contacto significativo con comunidades que poseen culturas diferentes.
- Contrastar sus actividades y creencias con las de los demás.
- Establecer metas, tareas, recursos, roles, etc.
- Escuchar crítica y respetuosamente a sus interlocutores.
- Exponer sus ideas y planteamientos en forma argumentada.
- Aceptar la crítica razonada de parte de otras personas.

---

51 *Proyectos colaborativos y cooperativos en internet* (2005). Disponible en <http://www.eduteka.org/ProyectosColaborativos.php>

- Ceder ante evidencia o argumentación de peso.
- Reconocer los créditos ajenos.
- Negociar lenguaje y métodos.
- Desarrollar habilidades interpersonales.
- Familiarizarse con procesos democráticos.

Como se menciona en el documento de Eduteka, los ambientes colaborativos y cooperativos son facilitados por redes de comunicación como el Internet. Este medio introduce el trabajo en grupo a distancia en forma de actividades didácticas, que permite el intercambio de información y de ideas a un nivel más globalizado, enriqueciendo el proceso de aprendizaje.

### **6.6.1 Actividad 2 – Ambientes colaborativos**

#### **Dinámica de Reflexión**

**Objetivo :** Crear en los docentes el interés por trabajar con sus estudiantes mediante el aprendizaje colaborativo.

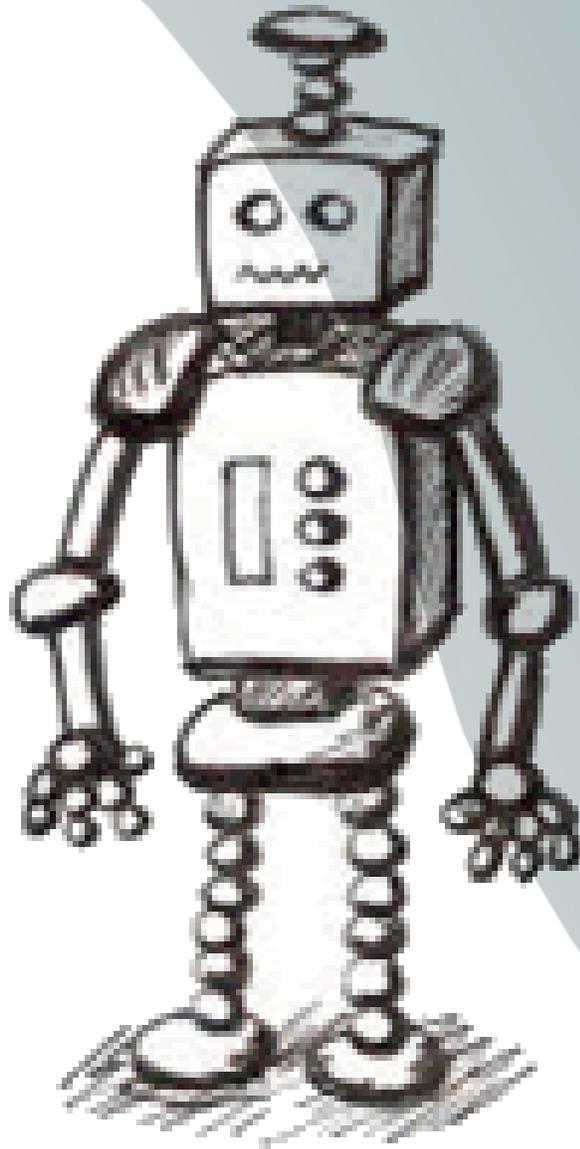
**Metodología :** Mediante una dinámica de trabajo se realizarán los equipos, se asignarán roles y se dará la guía de trabajo para que desarrollen la actividad.

**Actividad :** Ambientes colaborativos y cooperativos.

**Recursos :** Bloques de construcción de Lego, rompecabezas, hojas de papel bond.

**Tiempo :** 50 Minutos.

## **7 MÓDULO III - "CONCEPTUALIZACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA"**



## **7.1 Propósitos**

Interpretar los conceptos básicos de robótica educativa y su posible aplicación en los diferentes entornos de la vida diaria, iniciando la estimulación y utilización de herramientas para experimentar con la robótica educativa.

Facilitar escenarios de aprendizaje para la experimentación e identificación de conceptos básicos, en un entorno de robótica educativa.

## **7.2 Descripción**

Con la incorporación de la Robótica Educativa en los centros escolares beneficiados con el proyecto de Robótica del Ministerio de Educación, Viceministerio de Ciencia y Tecnología, contexto en el que nace este Manual, se pretende contribuir a la realización de aprendizajes más significativos. La utilización de entornos educativos en robótica genera una perspectiva de motivación al indagar y resolver problemas simples.

Para las instituciones es importante incorporar ambientes y actividades educativas que permitan la manipulación de objetos concretos para construir nuevos esquemas de procesos de aprendizaje. La apropiación de conceptos básicos en el área de robótica programable permite dar un salto gigantesco al facilitar la realización de actividades de simulación utilizando software educativo. Es este ambiente se pueden crear robots virtuales que ejecuten las actividades para la cual han sido programadas, en contextos que se aproximan a las situaciones naturales en la vida del ser humano.

En este módulo se introduce la nomenclatura básica de robótica educativa, algunos elementos constitutivos de los dispositivos software y hardware que se estarán utilizando en todo el proceso. Finalmente se plantea un ejemplo de software “RoboMind”, presentado en tres niveles: identificación del entorno gráfico, reconocimiento de ejemplos incorporados y manipulación de scripts y mapas, formulando nuestro acercamiento al mundo de la robótica educativa.

## **7.3 Resumen de actividades**

Actividad 1. Identificando componentes básicos del KIT.

Actividad 2. Identificando dispositivos varios.

Actividad 3. Explorar el funcionamiento del bloque NXT

Actividad 4. Los primeros pasos en programación.

## **7.4 Robótica Educativa**

La Robótica Educativa es una corriente utilizada actualmente en el nivel básico de educación en varios países alrededor del mundo. Permite que el estudiante pueda utilizar sus conocimientos de una forma nueva y divertida, mediante el uso de la tecnología, promoviendo la interiorización de los aprendizajes e introduciendo nuevos conceptos que complementarán y facilitarán su formación.

La incorporación de robótica educativa y el uso de Tecnologías en el Aula, buscan proveer ambientes de aprendizaje interdisciplinarios donde los estudiantes adquieran habilidades para estructurar investigaciones y resolver problemas concretos; forjar personas con capacidad para desarrollar nuevas habilidades, nuevos conceptos y dar respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual. Un ambiente de aprendizaje así es una experiencia que contribuye al desarrollo de la creatividad y el pensamiento de sus estudiantes.

La robótica en el ámbito educativo se vuelve objeto de estudio en sí misma. Como recurso pedagógico, se define como medio para estimular el estudio e investigación; para la construcción e invención de y con materiales varios; y para la aprehensión de conceptos de las "ciencias" y "tecnologías" que convergen en ella. Algunos objetivos de la Robótica como recurso pedagógico son:

- El desarrollo del pensamiento lógico: Rodríguez Barreto (2012)<sup>52</sup>, afirma que el pensamiento lógico evoluciona como una secuencia de capacidades evidenciadas cuando el niño manifiesta independencia al llevar a cabo varias funciones especiales como son las de clasificación, simulación, explicación y relación.<sup>53</sup>
  - En el contexto de construcción: desarrollando la inteligencia práctica y el pensamiento creativo.
  - En el contexto de programación: formalizando procesos de acción y retroalimentación.
- El desarrollo del conocimiento: específicamente al introducir conceptos como: mecánica, electricidad, física en general, matemática, geometría aplicada, y programación.
- La adopción de criterios de diseño y evaluación de las construcciones.
- La valoración de sí mismos como constructores e inventores en este contexto.
- La comprensión y valoración del aporte de la tecnología en el mundo a través de un acercamiento práctico y personal.

## **7.5 Robótica en Tercer Ciclo y Bachillerato**

La sociedad y las necesidades del país están en un constante cambio. Una educación centrada en la realidad que viven los estudiantes tiene que comprometerse a una evolución a igual velocidad para no quedar obsoleta. En el mundo moderno, la tecnología marca el compás que deberán de seguir los modelos educativos.

La introducción temprana de tecnología para la enseñanza permite que en grados posteriores se puedan presentar etapas más avanzadas de los mismos conceptos, con mayor profundidad. De

52 El desarrollo del pensamiento lógico en la Educación Infantil. Universidad de Carabobo, Venezuela.

53 Robótica Educativa, <http://www.miportal.edu.sv/Sitios/13596/WEB/1/html/Robotica%20Educativa.html>

esta forma, el estudiante tiene la facilidad de pasar de ser un usuario neto, a un desarrollador y creador de productos, sumamente necesario para el desarrollo económico del país en el siglo XXI.<sup>54</sup>

## **7.6 Robótica en el aula**

El Viceministerio de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación, consciente de todo lo descrito anteriormente y la necesidad de incorporar al país a ese nuevo método pedagógico, crea el Programa de Robótica Educativa. Éste tiene el propósito de incentivar y desarrollar en los estudiantes y docentes de los centros educativos públicos del país, la curiosidad, imaginación, creatividad, investigación, experimentación y análisis de resultados; como elementos clave en el proceso del desarrollo del pensamiento científico. Logra, además, abonar al objetivo propuesto por el Plan Social Educativo de mejorar la calidad educativa.

La educación junto a la ciencia y la tecnología puede contribuir al modelo de sociedad que se desea formar en el país, por ello es importante planear de forma equilibrada el desarrollo tecnológico correspondiente a su contexto. No obstante, introducir la Robótica Educativa como recurso instruccional en los centros educativos públicos del país es una tarea difícil. De no haber un ambiente adecuado, éste deberá de ser construido en conjunto con las escuela: capacidad, recursos materiales e intelectuales, espacio físico, etc.

Los estudiantes deben de tener las facilidades para construir sus propias representaciones de conceptos de ciencia y tecnología básica, por medio de la manipulación y control de entornos robotizados, de la mano con la resolución de problemas concretos. Los docentes, a su vez, deben de ser capaces de orientar a los estudiantes y motivarlos a la utilización de los recursos tecnológicos para su aprendizaje. Este manual surge como una primera respuesta a esta última condición, como una asistencia pedagógica a la formación docente para la enseñanza de Robótica Educativa. Con los estudiantes, el compromiso es brindar los recursos pedagógicos a utilizar en el proyecto: metodología, guías o documentación de apoyo y los materiales necesarios para construir y manipular robots (software y hardware).

Este trabajo nunca será final, pues está en constante cambio, actualización y mejora, para poder obtener el mayor beneficio del recurso didáctico que el Ministerio de Educación pone en manos de los docentes y estudiantes. Idealmente, al inicio de cada trimestre se deberían integrar nuevas lecciones y planes de clase para su potencial uso por parte de los docentes de las ciencias básicas.

En la robótica, particularmente aplicada a la educación, es indispensable disponer de robots móviles para realizar las validaciones experimentales, ya que las simulaciones tienen limitaciones evidentes que impiden extrapolar directamente sus resultados al mundo real y no involucran todas las variables que la experimentación en físico incluye. Es por esto que se ha decidido utilizar en los centros educativos robots de la arquitectura Lego Mindstorm NXT, ya que cuenta con una interfaz fácil de usar y porque los kits de desarrollo incluyen sensores y varias piezas para el diseño, que en conjunto permiten construir un robot y programarle algoritmos de exploración que le facilitan examinar distintos ambientes controlados.

Los kits de Lego tienen otra gran ventaja para los niveles básicos de educación. Incluyen un controlador con interfaz gráfica que, además, es fácilmente programable desde una computadora.

54 Pastor Angulo, Raúl: “Robótica Educativa”, Jefe del Departamento de Tecnología Educativa, – SEPyc – Ciclo 2012/2013. pp. 6.

Gracias a esto, los estudiantes quedan ajenos a la electrónica y a los sistemas digitales complejos que requieren no sólo de una capacitación y conocimiento más profundo, sino también de equipo especializado de laboratorio.

Es importante que el docente sepa que existen otros kits de robótica, de otra tecnología, con otros controladores; y que conozca también por qué se ha escogido el kit de Lego. En el documento “Robótica educativa, creando la base tecnológica para el desarrollo” (2012) del Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación, se puede encontrar más información concerniente no sólo al proyecto, sino también a la elección del kit Lego de Mindstorm.

## **7.7 Kit de Lego Mindstorm**

Con el kit de armado se pueden ensamblar varios prototipos de diversas funciones. Lego Mindstorms facilita construir un modelo de sistema integrado con partes electromecánicas manipuladas por computador, al incluir sensores, motores, engranajes, piezas de unión, ruedas y un controlador programable y configurable. El estudiante será libre de usar su imaginación para modificar o crear nuevas estructuras que realicen la tarea planteada, sin necesidad de preocuparse por soldar, taladrar, pegar, atornillar o usar equipo adicional al kit.

El kit se puede trabajar con diferentes lenguajes de programación, como java utilizando LeJOS, C utilizando NXC, Lego Mindstorms NXT, entre otros. La simplicidad de uso del kit Lego Mindstorms se extiende también al contexto de la manipulación, pues el ambiente de los softwares y la forma de programar en ellos incluye una interfaz gráfica y reduce la necesidad de un conocimiento técnico de java, C, o del lenguaje que se esté usando.

### **7.7.1 Componentes**

Como todo equipo tecnológico, el Kit de Lego está conformado por dos grupos generales de recursos: Hardware y software.

#### **El Hardware**

Son todos los dispositivos y componentes físicos que realizan las tareas de entrada y salida de información. También se le conoce como la parte dura o física del kit de Robótica (lo que se puede ver y tocar). El Kit de Robótica tiene el siguiente hardware: dispositivos de entrada (Sensor de Táctil, sensor Ultrasónico, sensor fotosensible, sensor acústico, sensor color, sensor brújula ) y de salida (Servomotor, Lámpara, Display, etc.); el controlador (o Ladrillo), y las piezas de construcción (estructurales, de conexión, de movimiento, accesorios).

#### **El Software**

Está formado por las instrucciones y datos que permiten aprovechar todos los recursos que la tarjeta controladora del NXT tiene, de manera que pueda resolver los problemas partiendo de la manipulación de los canales de entrada y salida. La tarjeta controladora del NXT en sí, es sólo un conglomerado de componentes electrónicos; el software es lo que le da “vida”, haciendo que sus componentes funcionen de forma ordenada. En síntesis, es lo *intangibile* del sistema.

Haciendo una analogía con el cuerpo humano, el hardware sería toda la estructura física (piel, huesos, órganos, todo lo que se puede tocar), y el software sería los pensamientos, las ideas, las creencias.

En la página web oficial de Lego Mindstorm se puede encontrar toda la documentación detallada del Kit, así como manuales de construcción y programación que pueden servir para familiarizarse con las características de esta herramienta. Para conocer todos los recursos que ofrece este sitio, se recomienda visitarlo en el siguiente enlace: <http://mindstorms.lego.com/en-us/default.aspx>.

Algunos de los temas siguientes requieren que el docente conozca brevemente sobre cada una de las partes de este Kit y su función. Dentro de los mismos se encuentra toda la información necesaria, en los manuales impresos y en el CD que vienen incluidos. Antes de continuar, más que recomendable es necesario que se haga una lectura de la documentación mencionada.

### **7.7.2 Actividad 1 - Identificando componentes básicos del kit**

#### **Dinámica de trabajo**

**Objetivo :** Ser capaz de explorar la función de las piezas básicas del kit.  
Identificar las piezas que se encuentran dentro de los kits.

**Descripción :** Con el kit de armado se puede ensamblar más de una estructura y prototipos diversos. Cada estructura requiere un número determinado de piezas de las que componen el total presente en el kit. Con esta actividad se busca conocer las piezas que el kit de robótica pone a disposición de los usuarios.

**Procedimiento :** Se conformarán equipos de trabajo de cinco integrantes cada uno, con asignación de roles básicos. Se entregará determinada cantidad de piezas con el fin de buscar en el manual u otro medio, las características de los componentes del kit, a la vez que van llenando la tabla adjunta. Posteriormente, el relator compartirá con el resto de los grupos, en participación breve, los componentes de su dominio.

**Recursos:**

Nombre de la pieza	Características	Utilidad

Kit de robótica y los manuales que incluye.

**Tiempo :** 60 minutos.

### **7.7.3 Software**

Para programar con el KIT de Lego Mindstorm NXT existen dos alternativas viables, las cuales son :

**Software Privativo:**

El KIT incluye el software que presenta las características de la siguiente ilustración (Incluye CD de Instalación de Software de programación y CD de manual de Usuario).



*Dentro del kit de Lego se pueden encontrar manuales y un CD con información técnica y de interés.*

**Software Libre:**

Es gratuito y su código fuente está disponible para la comunidad propiciando la creación de programas. Para los objetivos de este proyecto se usará el programa Enchanting, pensado para programar especialmente con Lego Mindstorm NXT. Tiene el potencial de trabajar en ambiente gráfico al igual que el software propietario de Lego Mindstorm, además es compatible con los sistemas operativos Linux, Microsoft y Mchintosh, siendo los más comúnmente utilizados en los entornos educativos.



*Logo del programa Enchanting*

**7.7.4 Actividad 2 - Identificando dispositivos varios.**

**Dinámica de trabajo**

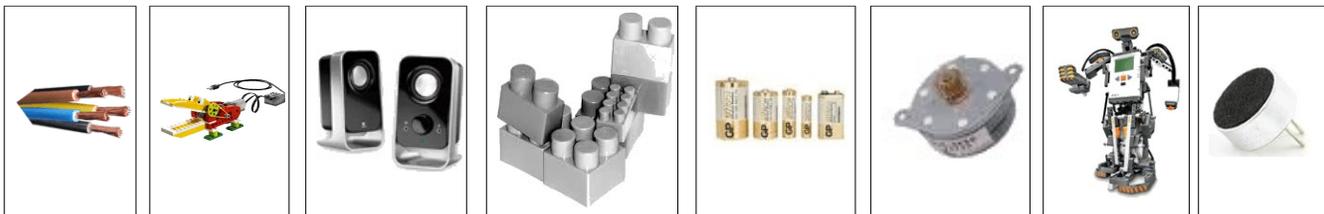
**Objetivo :** Identificar diferentes piezas que pueden ser utilizadas en la construcción de un robot.

**Descripción :** Con esta actividad los participantes podrán relacionar conceptos que puedan haberle resultado nuevos. De ser necesario, se podrá hacer uso del Internet para completar la actividad.

**Procedimiento :** Trazar una línea para unir la ilustración con el nombre técnico que le corresponde.

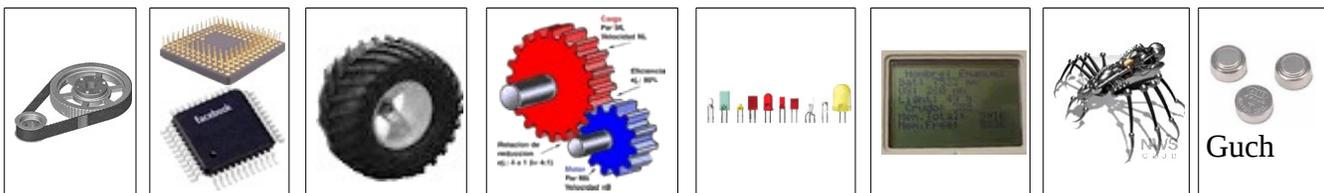
**Recursos :** Tabla de dibujos siguiente.

**Tiempo :** 30 minutos.



Bloques	Bocinas	Baterías	Alambres	Motor	Wedo	Micrófono	Humanoide
---------	---------	----------	----------	-------	------	-----------	-----------

Micro Chips	Engranajes	Faja	Rueda	Pantalla	Micro baterías	Diodo Leds	Insecto Botic
-------------	------------	------	-------	----------	----------------	------------	---------------



## 7.8 Microcontrolador, ladrillo de Lego

El ladrillo inteligente Lego NXT es el cerebro del robot. Está conformado por un microprocesador con recursos periféricos incorporados, lo cual lo convierte en un microcontrolador. Se comunica con la computadora por medio de un puerto USB o por medio del puerto de comunicación Bluetooth.

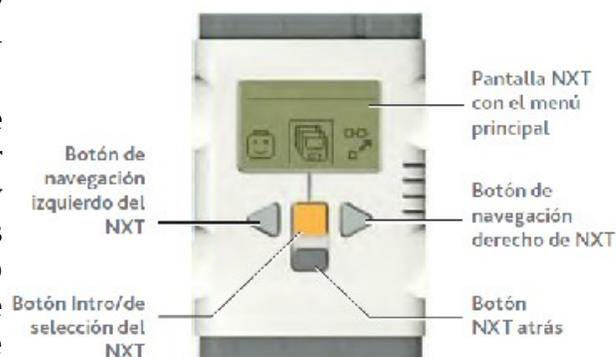
### Menú Principal del NXT

El ladrillo programable NXT dispone de otras funciones, explorables en los diferentes Menú Principal del NXT. Para familiarizarse con los botones de navegación, se muestran pasos básicos sencillos:

Los menús del ladrillo programable NXT pueden cambiar dependiendo del firmware<sup>55</sup>.

A continuación se explora el firmware original del bloque NXT.

1. Encender el NXT pulsando el botón Intro color naranja, que se encuentra en el centro del ladrillo.
2. Aparecerá el menú principal, tal como se muestra en la imagen del NXT. Utilizar las teclas de dirección izquierda y derecha para explorar las distintas opciones NXT. Pulsar el botón Intro naranja para seleccionar. En el gráfico de la parte inferior de la página se ofrece una perspectiva general.



### Cómo funciona el ladrillo NXT

El ladrillo funciona de forma similar a un teléfono móvil. Se maneja por medio de un menú y los archivos se guardan en carpetas.

 Settings (Ajustes)	 Try Me (Pruébame)	 My Files (Mis Archivos)	 NXT Program (Programa NXT)	 View (Ver)	 Bluetooth
En esta sección puede cambiar los ajustes de sonido, el modo Sleep y eliminar archivos.	Una serie de programas de muestra para probar los distintos sensores.	Aquí es donde se guardan sus programas y sonidos.	Programa acciones sencillas en el NXT utilizando botones.	Ver todos los sensores conectados al NXT.	Localiza y se conecta a otros dispositivos Bluetooth.
Probablemente no necesitará esta sección al principio.	Fantástico para mostrar todos los sensores en acción.	Una vez descargados los programas, pueden volver a ejecutarse desde aquí.	Una característica sencilla de programación para utilizar el NXT sin software...	Resulta útil cuando quiera utilizar el NXT como contador. Fantástico para escribir programas con los sensores.	Recomendado para usuarios avanzados. Al principio, límtese a la utilización de USB.

<sup>55</sup> Para los fines de este manual, se entenderá firmware como el conjunto de instrucciones que establece la lógica que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo. Así, del firmware depende cómo funcionan los dispositivos y por tanto la forma de utilizarlos.

## **7.9 Explorando Menús del NXT: programar sensores y motores sin utilizar la computadora**

El NXT fue diseñado para ser utilizado con una computadora o no. A continuación se muestran 3 herramientas (o menús) que posee el este ladrillo programable, diseñadas para ser utilizados sin computadora (pueden usarse también para llevar a cabo ciertas tareas sencillas de programación de Causa y Efecto<sup>56</sup>):

- menú *View*
- menú *Try Me*
- menú *NXT Program*

Para ello se necesita utilizar la configuración de conexión por defecto de sensores y motores que se especifica a continuación:

### **Puertas predeterminadas**

Explorar el funcionamiento del bloque NXT y programando sin computadora

Motores y Sensores por medio del menú *View*, *Try Me* y *NXT Program*.

Puertas de Entrada		Puertas de Salida	
1	Sensor de tacto	A	Motor para función externa (Lámpara)
2	Sensor de sonido	B	Motor izquierdo
3	Sensor de luz	C	Motor derecho
4	Sensor de ultrasonido		

### **7.9.1 Explorando Menú View (Ver)**

En el Sub menú *Ver*, se puede realizar una prueba rápida de los sensores y motores y observar los datos actuales para cada uno.

Al Conectar los sensores y motores a los puertos del ladrillo programable NXT, el menú *Ver* (*View*) ayudará a seleccionar el puerto correcto o comprobar la configuración predeterminada.



<sup>56</sup> Se les llama de esta forma a las tareas que implican una respuesta a partir de un estímulo. Una acción o evento (causa) genera una reacción (efecto), por ejemplo, cuando una persona va caminando y se encuentra con una pared al frente (evento), debe cambiar su dirección (reacción).

Pruebe la capacidad del sensor acústico de medir el volumen acústico utilizando Ver [View]. Conecte el sensor acústico al puerto 2 del NXT.



1 Seleccione Ver [View] en la pantalla del NXT.  
Seleccione el Icono Sonido dB.

2 Haga sonidos en el micrófono (sensor acústico) y observe las lecturas en el NXT. Pruebe también obtener la lectura de los sonidos a su alrededor: ¿Qué tan fuertes son las voces más cercanas?

### **7.9.2 Explorando Menú Try Me (Pruébame)**

La sección Try Me (Pruébame) permite explorar cómo funcionan los distintos sensores NXT. No es una utilidad de programación, sino una utilidad de “causa y efecto”. Cada sensor hará que el NXT haga algo cuando dicho sensor esté “activo”.



### **7.9.3 Explorando Menú Program NXT (Programa)**

Para realizar esta parte es necesario ensamblar previamente el Modelo NXT estándar, que se puede encontrar en la guía de usuario dentro de la caja del KIT 9797. Este modelo utiliza el sensor táctil.

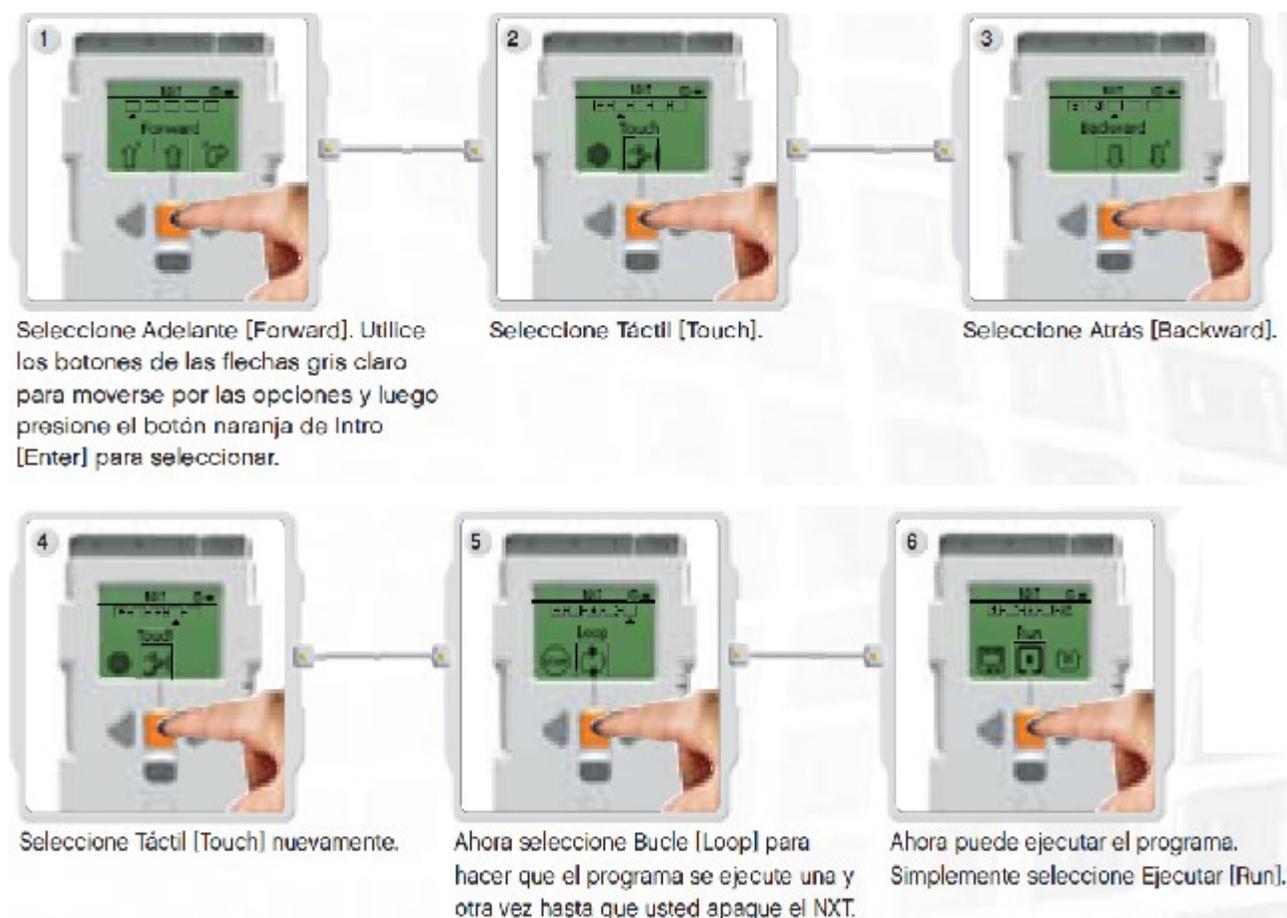


Se recomienda probar este programa antes de seguir leyendo, buscando hacer lo siguiente: que el robot retroceda y avance cuando se presiona el botón del sensor táctil. Primero, el robot se moverá hacia adelante hasta que se presione el sensor táctil y luego se moverá hacia atrás. Al presionar el sensor táctil nuevamente, el robot se moverá otra vez hacia adelante. Esto continuará indefinidamente hasta que el usuario/a o programador/a detenga el programa.

A continuación puede ver una pequeña selección de iconos de programación disponibles

Salidas		Entradas		Sigulente	
	Adelante		Oscuro		Bucle
	Adelante 5		Claro		Stop
	Girar a la derecha		Sensor táctil		
	Girar a la derecha 2		Esperar 2		
	Girar a la izquierda		Esperar 5		
	Girar a la izquierda 2		Esperar 10		
	Atrás				
	Atrás 5				
	Tono 1				

Es importante asegurarse de que el o los sensor y los motores estén conectados en los puertos correctos. El sensor táctil se conecta en el puerto 1. Los motores se conectan en los puertos B y C.



### **7.9.4 Actividad 3 - Los primeros pasos en programación.**

#### **Dinámica de trabajo**

**Objetivo :** Familiarizarse con la programación del ladrillo NXT de Lego Mindstrom.

**Metodología :** Conocer las opciones de monitoreo que contiene el ladrillo al realizar un primer programa lógico. Se conocerán las piezas de kit Lego NXT, sus engranajes, uniones, etc. Se Implementará el primer robot con movilidad Lego NXT.

#### **Procedimiento :**

##### **Parte 1)**

1. Colocar las baterías al bloque NXT.
2. Encender el bloque presionando el botón color naranja ubicado en la parte central. Una barra superior muestra información variada:

### Dinámica de trabajo



3. Navegar en el menú del bloque NXT hasta encontrar la opción Try Me. Seleccionarla presionando el botón color naranja central. Se podrá observar un listado de aplicaciones de prueba para cada sensor disponible. Seleccionar la opción Try-Touch.



Se mostrará el siguiente mensaje en la pantalla:



Este mensaje muestra en qué puerto debe conectarse el sensor de tacto para hacer la prueba. Conectar el sensor mediante un cable de datos como muestra en la figura siguiente. Al presionar el sensor se desplegará el resultado en pantalla.

### Dinámica de trabajo



4. Al igual como se realizó con el sensor de tacto, repetir el procedimiento (escogiendo a la opción Try me) seleccionando los diferentes sensores.

#### Parte 2)

1. En el menú principal del bloque NXT seleccionar la opción View, luego Motor degrees, y por último el Puerto A y conectar un servo motor en ese puerto, como se muestra en la figura. Mueva el motor en forma manual observando lo que ocurre en la pantalla del bloque NXT.



2. Realizar en forma análoga las pruebas para los sensores disponibles:
  - Motor rotations (discutir con los compañeros la diferencia entre este caso y la opción -Motor degrees).
  - Touch
  - Ultrasonic cm
  - Ultrasonic inch (discutir dentro del grupo la diferencia entre este caso y la opción Ultrasonic cm).
  - Sound dB
  - Sound dBA (discutir con los compañeros la diferencia entre este caso y la opción Sound dB).
  - Reflected lighth
  - Ambient lighth (discutir con los compañeros la diferencia entre este caso y la opción Reflected lighth).
3. Notar que existen otras opciones marcadas con un asterisco (\*); Rotation\*, Temperature oF\*, Temperature oC\*, Light Sensor\*. Estas

### Dinámica de trabajo

opciones refieren a sensores que no integran el Kit básico de Lego NXT. Sin embargo, pueden ser comprados aparte. Se recomienda investigar en la página oficial de Lego® MINDSTORMS® sobre las características de estos sensores.

#### Parte 3)

Armar un robot móvil con 2 motores tal que pueda desplazarse hacia adelante, atrás y girar. Colocar el sensor de luz en forma perpendicular al piso a no más de 2 cm de distancia, y finalmente el sensor de distancia en forma horizontal para detectar objetos delante del robot.

**Nota:** Para más detalle, hacer uso del Manual Lego MINDSTORM el cual bien incluido en el KIT (Página 6)

#### Parte 4)

1. Ingresar en la opción "NXT Program" del menú principal.

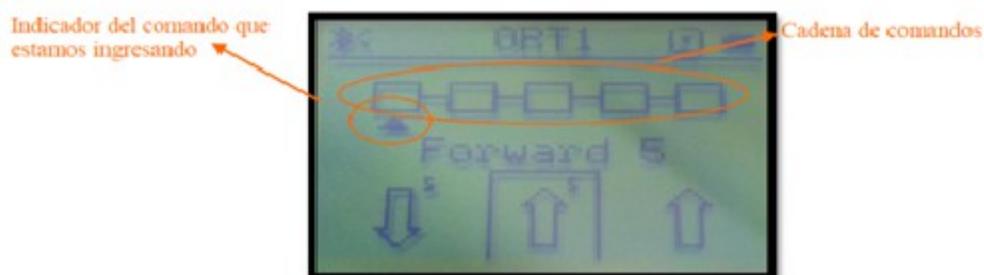


2. Se desplegará un listado de asignaciones para cada sensor y motor. Conectar los sensores y motores como es descrito:



3. Presionar el botón naranja central. En la cadena de 5 cuadrados desplegados se deben ingresar comandos para que el robot los realice.

### Dinámica de trabajo



4. En el primer y tercer cuadrado ingresar comandos como:

<b>Forward</b> (Adelante)		Prende los motores y pasa al siguiente comando.
<b>Forward 5</b> (Adelante 5)		Prende los motores y espera 5 segundos antes de pasar al siguiente comando.
<b>Turn right</b> (Gire a la derecha)		Enciende los motores en dirección contraria logrando hacer girar el robot y pasa al siguiente comando
<b>Turn right 2</b> (Gire a la derecha 2)		Enciende los motores en dirección contraria logrando hacer girar el robot y espera 2 segundos antes de pasar al siguiente comando.

5. En el segundo y cuarto cuadrados ingresar comandos como:

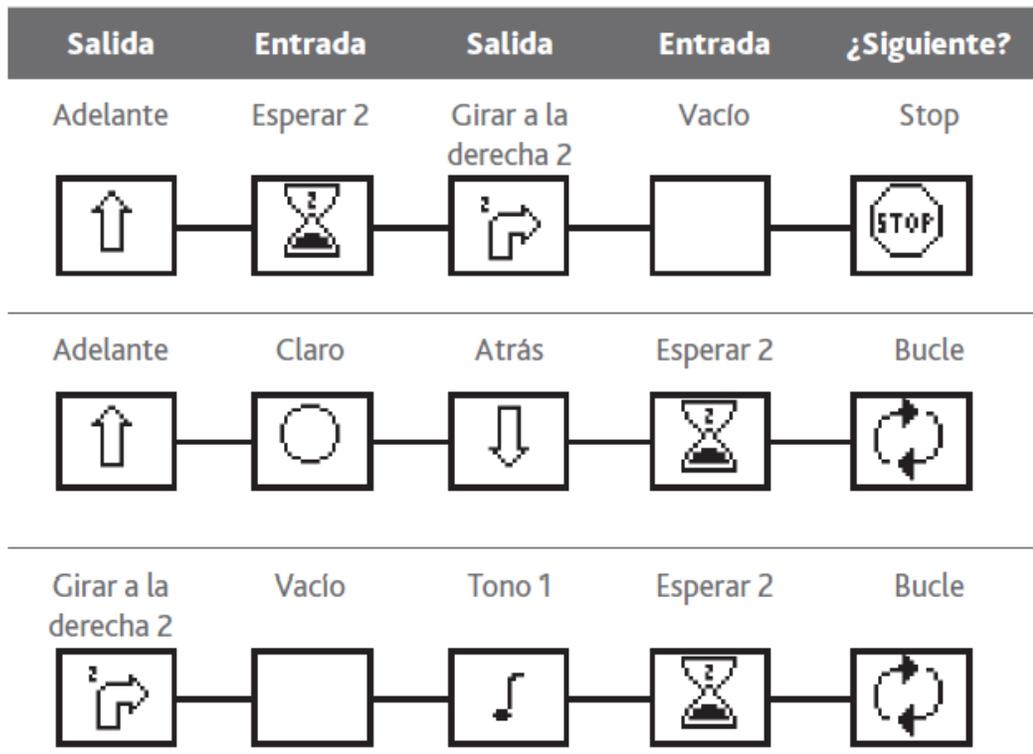
<b>Vacio</b> Empty		No realiza ninguna acción y pasa al siguiente comando.
<b>Espere</b> Wait 2		Espera 2 segundos antes de pasar al siguiente comando.
<b>Objeto</b> Object		Espera a detectar un objeto cercano por el sensor ultrasónico antes de pasar al siguiente comando.
<b>Sonido</b> Sound		Espera a recibir un sonido fuerte en el micrófono antes de continuar al siguiente comando.
<b>Oscuro</b> Dark		Espera a detectar poca luminosidad en el sensor de luz antes de continuar el siguiente comando.
<b>Luz</b> Ligth		Espera a detectar una gran luminosidad en el sensor de luz antes de pasar al siguiente comando.
<b>Tocar</b> Touch		Espera a detectar que se presiona el sensor de tacto antes de pasar al siguiente comando.

6. Finalmente en el quinto cuadrado se tiene la opción de terminar el programa con el comando

**Dinámica de trabajo**



Probar las siguientes combinaciones y discuta con los compañeros qué realizará el robot antes de ponerlo en funcionamiento:



- Recursos :**
- Piezas Lego NXT
  - Bloque Lego NXT
  - Motores Lego NXT
  - Sensores
  - Baterías
  - Firmware de Lego original y actualizado funcionando en el bloque.

**Tiempo :** 40 Minutos.

## **Dinámica de trabajo**

### **7.10 RoboMind**

ROBO es un lenguaje de programación sencillo para el programa RoboMind, diseñado para familiarizarse con las reglas básicas de las ciencias de la computación mientras se programa un robot propio en un ambiente simulado. No tiene dependencias externas, por lo que no necesita entornos de desarrollo específicos ni compiladores adicionales.

Este lenguaje se ha creado especialmente para programar robots bajo un conjunto de reglas, que acercan a los usuarios a las técnicas de programación y a diferentes áreas de la robótica, mientras lo introduce a la inteligencia artificial. Ofrece varias oportunidades para crear programas y experimentar con los principios que rigen a los lenguajes de programaciones más comunes.

RoboMind es totalmente gratuito para uso particular y se puede utilizar por un período ilimitado. Sin embargo, las escuelas y los usuarios comerciales deben adquirir una licencia en la tienda de RoboMind<sup>57</sup>. ROBO sirve como herramienta para el desarrollo de proyectos interdisciplinarios o para cursos técnicos de ciencias de la computación a nivel educativo.

Toda la información necesaria sobre este recurso se puede encontrar en la página oficial de RoboMind en el siguiente enlace: <http://www.robomind.net/es/>.

#### **7.10.1 Actividad 4 – Los primeros pasos en programación**

##### **Dinámica de trabajo**

**Objetivo :** Ser capaz de identificar los pasos a seguir para programar acciones básicas en RoboMind, desde el ordenamiento iconográfico hasta correr el programa respectivo.

**Descripción :** En la siguiente actividad se utilizarán instrucciones básicas y estructuras de programación que conducirán a la interpretación del comportamiento de los robots, permitiendo comprender la lógica de los códigos y por qué funciona. Con este conocimiento adquirido, el docente será capaz de crear y modificar sus propios códigos sencillos.

---

57 Descargable en: <http://www.robomind.net/es/>

### **Dinámica de trabajo**

**Procedimiento :** Descargar el programa RoboMind en

<http://www.robomind.net/en/download.html>

Instalar el programa en la computadora y luego ejecutarlo. Una vez en la pantalla de inicio, leer el código inicial que se muestra al lado izquierdo y ponerlo a funcionar (menú *correr*, y opción *ejecutar*).

Hacer un seguimiento del código (segunda lectura) conforme el robot ejecuta los pasos programados.

Escribir un nuevo código para que el robot realice una trayectoria diferente, explorando todas las opciones del programa RoboMind (menú *editar / insertar*).

**Ejemplo :** # Escribir la letra 'R' en el suelo.

```
# map: default.map
izquierda ()
adelante (1)
derecha ()
atras (1)
pintarNegro ()
adelante (3)
derecha ()
adelante (2)
derecha ()
adelante (1)
derecha ()
adelante (2)
izquierda ()
adelante (1)
izquierda ()
detenerPintar ()
adelante (1)
pintarNegro ()
detenerPintar ()
adelante (1)
derecha ()
adelante (1)
pintarNegro ()
detenerPintar ()
adelante (1)
```

**Dinámica de trabajo**

**Resultado :**



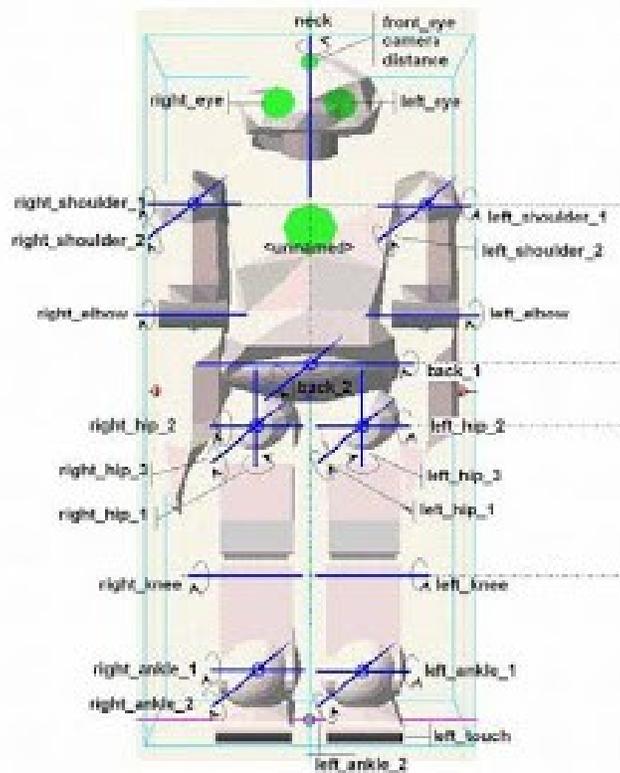
**Recursos :** Computadora, Programa RoboMind.

**Tiempo :** 90 minutos.

<b>Rúbrica</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Instala correctamente el programa		
Explora los usos de RoboMind		
Redacta Script para una letra		
Programa una letra inicial		



# 8 MÓDULO IV - "AGENTES Y ROBÓTICA"



## **8.1 Propósitos**

Conocer qué son los agentes en la robótica y cuáles son sus diferentes tipos; mostrando a los robots como sistemas multiagentes capaces de desarrollar actividades que serían difíciles de realizar si se trata de resolverlas con un solo robot, y que al tratar con más de uno, se convierte en una solución más fácil.

Dar a conocer y experimentar con los diferentes tipos de agentes que pueden ser utilizados en el desarrollo de un robot.

Conocer el uso de los diferentes tipos de agentes en el desarrollo de proyectos de robótica.

Comprobar la influencia de los agentes en el comportamiento de los robots.

## **8.2 Descripción**

A través del tiempo el hombre ha querido comprender su comportamiento y el de las cosas que le rodean, utilizando para ello diferentes métodos y medios de investigación. Actualmente la sociedad científica tecnológica busca comprender cómo actúa el ser humano -y otros seres vivos- reflejando su comportamiento en entes llamados robots.

La ciencia de la robótica busca beneficiar al hombre a través de la utilización de robots, que sean capaces de funcionar en condiciones extremas o desarrollar tareas que para una maquinaria normal sería imposible llevar a cabo. Un método muy utilizado es la segmentación de una tarea en sub-procesos menores que tiene por objetivo resolver el mismo problema. Estos sub-procesos son llevados a cabo por *agentes* que trabajan en conjunto dentro de la arquitectura del robot<sup>58</sup>, a nivel de hardware y software.

En la lectura de este módulo se comprenderá que el desarrollo de robots en la actualidad no se puede concebir sin el uso de agentes, los cuales analizan el medio, aprenden de las experiencias y reaccionan según las condiciones que se presenten en un determinado escenario. Los agentes forman parte integral de los mecanismos o programas que componen a los robots, otorgándoles autonomía y capacidad de adaptación al medio donde se encuentren.

A través del desarrollo del módulo, se conocerán los conceptos de agentes, robot, sistemas multiagentes y la manera de entender a un robot como un sistema multiagente, capaz de realizar actividades calificadas difíciles para un solo robot, pero más fáciles de ejecutar si se llevan a cabo por un grupo o conjunto de robots que actúen

---

58 Un robot puede ser considerado como un agente físico complejo.

como un sistema. Cada uno de éstos sería un agente individual que trabaja de manera cooperativa y colaborativa con otros.

### **8.3 Resumen De Actividades**

Actividad 1. "Siguiendo el camino"

Actividad 2. "Agentes en acción"

#### **8.3.1 Actividad 1 - Siguiendo el camino**

##### **Siguiendo el camino**

**Objetivos :** Conocer la utilidad del trabajo de los agentes en robótica, por medio de una actividad que involucre a todos los miembros de un grupo, los cuales desarrollarán una función diferente.

Mostrar que los agentes permiten a un robot encontrar soluciones a un problema, trabajando en conjunto y de forma lógica.

**Descripción :** Se crearán grupos de 5 participantes, los cuales tendrán diferentes roles: uno será un robot, y el resto, los agentes que ayudarán al robot a cubrir una trayectoria determinada.

**Procedimiento :**

- Formar equipos de 5 personas.
- Trazar una trayectoria de líneas rectas en el piso, que involucre cruces hacia puntos cardinales y giros en U.
- Cada grupo definirá los siguientes roles:
  - Robot: Un estudiante, tomará el rol de robot, para lo cual deberá vendarse los ojos y seguir las instrucciones de sus compañeros de equipo.
  - Tacto Izquierdo: El estudiante asignado solo podrá tocar el hombro izquierdo del compañero asignado como robot.
  - Tacto derecho: El estudiante asignado solo podrá tocar el hombro derecho del compañero asignado como robot.
  - Voz: El estudiante asignado, avisará al compañero "robot", según su criterio, cuántos pasos deberá dar antes de detenerse en un cruce o cuándo deberá detenerse definitivamente pero serán Tacto izquierdo y Tacto derecho quienes indicarán que dirección deberá tomar el "robot".
  - Guía: El estudiante asignado creará las líneas por las cuales deberá moverse el "robot" con ayuda de sus "agentes".

### **Siguiendo el camino**

- Una vez realizada la primera caminata, se cambiará la trayectoria sin que el estudiante que se asigne como “robot” se dé cuenta, los estudiantes rotarán sus roles y describirán cuáles fueron sus experiencia.

- Recursos :**
- Rollo de cinta adhesiva oscura.
  - Pañuelo o tela para cubrir los ojos del compañero asignado como robot.
  - Libreta de anotaciones y bolígrafo.

**Tiempo :** 45 minutos

## **8.4 Agentes**

### **8.4.1 ¿Qué se entiende por agente?**

Existe un gran número de definiciones acerca de lo que son los agentes y los robots, y cada una depende del científico o de la época en la cual se haya acuñado. En la actualidad estos dos conceptos tienden cada vez más a estar cerca uno del otro, sobre todo por la forma en la que los robots han comenzado a ser vistos como la unión de múltiples sub-sistemas, capaces de desarrollar un sinnúmero de tareas que hasta hace poco habían estado limitadas por la accesibilidad o habilidad de las máquinas y la tecnología.

Un agente<sup>59</sup> es un ente, ya sea “software” o “hardware”, que es capaz de realizar una tarea particular en forma autónoma e independiente. Debe de contar con los siguientes atributos: ser autónomo y capaz de aprender de experiencias y de adaptarse a nuevas situaciones; percibir y actuar sobre su ambiente; contar con objetivos o motivaciones. A un conjunto de agentes que trabajan de forma colaborativa o cooperativa, se le denomina *sistema multiagente*.

Un agente inteligente, considerando sus capacidades y parámetros, evalúa un conjunto de alternativas para alcanzar la meta definida y toma una decisión. Esta decisión determina el conjunto de acciones que debe llevar a cabo, las cuales, junto con lo que ha realizado anteriormente (historia pasada) influirá en su futuro.

Los agentes que participan en sistemas multiagente pueden desarrollar diferentes actividades, entre las cuales se puede incluir la planeación, negociación, deliberación y toma de decisiones. Para definir un entorno en el que puedan ser agrupados y coexistir, es necesaria una arquitectura, una metodología particular para construirlos. Ésta debe especificar cómo el agente puede descomponerse en la construcción de un conjunto de módulos de componentes y cómo estos módulos deben interactuar. El conjunto total de módulos y sus interacciones deben proveer una respuesta a la pregunta de cómo los datos del sensor y el actual estado interno de cada uno determina las acciones y el futuro estado.

El paradigma de estos sistemas se apoya en la idea de trabajo colectivo, superando las limitaciones de cualquier sistema inteligente simple. La analogía a las comunidades humanas es casi completa: un grupo de individuos (agentes) se agrupan en sociedad (sistema) para compartir

---

59 Ma. Lucila Morales Rodríguez. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

conocimientos y habilidades. Algunas de las ventajas de un sistema multiagente con respecto a los sistemas centralizados y monolíticos<sup>60</sup> son: solución de problemas con mayor rapidez, comunicación mínima, mayor flexibilidad, mayor confiabilidad

Los agentes colaborativos se puede clasificar en función de criterios diferentes, siendo algunos de ellos los siguientes:

- Según su capacidad para resolver problemas.
  - Agentes Reactivos: reaccionan a cambios de su medio ambiente o a mensajes provenientes de otros agentes. No son capaces de razonar acerca de sus intenciones. Sus acciones se realizan como resultado de reglas.
  - Agentes Intencionales: son capaces de razonar acerca de sus intenciones y conocimientos; crear planes de acción y ejecutar dichos planes.
  - Agentes Sociales: Poseen las capacidades de los agentes intencionales, y además poseen modelos explícitos de otros agentes.
- Según su función.
  - Agentes de sistema. Son los encargados de controlar sensores y actuadores, siendo, además, los responsables de la coordinación de estos.
  - Agentes de interfaz. Este tipo de agentes permite al usuario interactuar directamente con el sistema.
  - Agentes de gestión. Permiten que el proveedor de los servicios interactúe con los sistemas: operación, supervisión, provisión, mediación, etc.
- Según la capacidad de desplazamiento
  - Agentes nómadas. Se desplazan con el usuario para asistirlo. Ej.: móviles, sensores personales.
  - Agentes estáticos o de sistema. Son agentes fijos que se encuentran empotrados en dispositivos con los que se puede interactuar.
- Según su Naturaleza
  - Agentes software. Aplicaciones informáticas con capacidad para decidir cómo deben actuar para alcanzar sus objetivos.
  - Agentes móviles. Agentes Software que son capaces de migrar de un ordenador a otro de forma autónoma y continuar su ejecución en el ordenador destino. Además de autonomía y movilidad, suelen tener capacidad de aprendizaje y habilidad social.
  - Agentes físicos. Proporcionan al sistema la capacidad de interacción con el entorno real. La relación con los de software es indispensable para cobrar sentido.

---

60 Una unidad grande y compleja que concentre todas las funcionalidades posibles

## **8.5 Extendiendo la definición de Robot**

El Instituto Americano de Robótica<sup>61</sup> (RIA, por sus siglas en inglés), define un robot como un manipulador programable capaz de realizar diversas funciones, como desplazamiento de materiales, partes, herramientas o determinados artefactos mediante movimientos programados variables. También un robot podría definirse simplemente como un agente artificial activo, cuyo entorno es el mundo físico.

Se considera que el comportamiento de un robot ante una serie de situaciones es la meta que se desea lograr, y que para realizarla se ven involucrados una serie de factores que deberán ser controlados y coordinados. La arquitectura de un robot definirá cómo se organiza la producción de acciones a partir de percepciones.

Los enfoques tradicionales para la programación de robots dependen de sensores externos y actuadores que deben responder en tiempo real a una velocidad correspondiente a la que se presentan las actividades del medio ambiente. Una nueva alternativa a este modelo es el propuesto por Rodney Brooks (1986)<sup>62</sup>, la cual no se centra en la fusión de sensores, sino en la noción de fusión de conductas. Esta arquitectura provee una forma de combinar el control en tiempo-real distribuido con conductas disparadas por sensores. Las conductas son capas de sistemas de control dentro de un robot que corren en paralelo (agentes independientes) cuando los sensores apropiados son disparados.

## **8.6 Arquitectura de los robots y los agentes necesarios.**

La arquitectura es definida por el tipo de configuración física del robot, la cual puede ser metamórfica si él es capaz de cambiarla por sí mismo. A grandes rasgos, se puede dividir en los grupos: poliarticulados, móviles, androides, zoomórficos e híbridos. Cada uno de estos se desenvuelve en un medio particular para el cual ha sido optimizado. Así, por ejemplo, un robot móvil de ruedas podrá tener problemas para trasladarse en un ambiente rocoso, mientras que un robot cuadrúpedo lo hará sin problemas.

Un robot se diseña estructuralmente en función del objetivo a realizar y de las capacidades que tendrá que tener. Para ello, además, es necesario establecer qué sensores y qué sub-procesos necesitará para su funcionamiento. Un tacómetro es muy útil para los robots móviles si necesita conocer la distancia que ha recorrido, pero inútiles para un robot bípedo que no posee ruedas.

Las acciones que realizan los robots con diferentes arquitecturas son también diferentes. Los poliarticulados tienen que controlar el movimiento de cada extremidad y determinar la forma del terreno; los móviles, la velocidad de las ruedas y su entorno; los bípedos, que su centro de gravedad se encuentre dentro de la superficie de apoyo; etc. Si bien hay acciones y sensores generales que la mayoría de robots deben de realizar y tener, sin importar su forma, siempre habrán diferencias en virtud de la estructura y la función.

Es así como los agentes se relacionan con la arquitectura de los robots, pues es ésta la que establece cuántos y cuáles -agentes- se usarán en función, además del propósito del sistema global.

---

61 <http://www.robotics.org/>

62 Citado por Morales Rodríguez (2000)

Se explicará ahora con más detalle los posibles escenarios y los agentes que se podrían llegar a necesitar en cada arquitectura.

### **8.6.1 Poliarticulados**

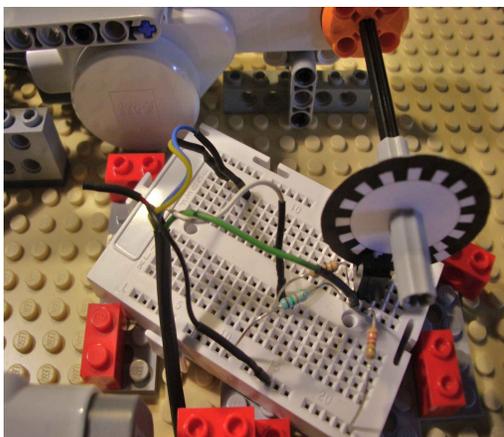
Sus extremidades tienen varios grados de libertad (DOF, por sus siglas en inglés) que les permite realizar diversos movimientos en el espacio. Los robots de esta categoría son generalmente estacionarios, pero en caso de ser necesario, pueden ser transportados a otro ambiente de operación. Trabajan en un espacio de configuración cartesiano o polar, lo cual facilita la programación para el movimiento preciso. En este grupo se encuentran, por ejemplo, los manipuladores, los brazos independientes y los robots de ensamblaje.

Dependiendo del número de DOF que posea, las posibles configuraciones de sus articulaciones para alcanzar un lugar determinado pueden ser varias. Aquí un agente podrá encargarse no sólo de encontrar todas esas posibles configuraciones, sino también de seleccionar la más adecuada en función de la posición actual del sistema y de los recursos necesarios para moverse (incluyendo el tiempo requerido). Otro agente podría desempeñar la función de actuador (controlando una herramienta), o si se está usando un sistema de visión, procesar las imágenes para su interpretación.

### **8.6.2 Móviles**

Se desplazan mediante una plataforma rodante (ruedas) de un punto a otro, o por otro medio de propulsión (los helicópteros usan corrientes de aire, y los vehículos acuáticos, de agua). Su campo de aplicación es muy extenso, principalmente por su facilidad de construcción e implementación. Por el gran avance que se tiene en esta tecnología móvil, se han realizado muchas investigaciones sobre inteligencia de navegación para un mando automático sin intervención humana.

Para movimientos precisos en los rodantes, a las ruedas se añade un disco marcado (encoder) con el que se puede determinar discretamente el número de grados que ha girado cada una. Un sensor percibe las marcas y lleva un registro de cambio. Con esta medición se puede saber el ángulo con el que el carro se está moviendo en referencia a una trayectoria anterior (marco de referencia) y su velocidad. El que procesa la información para obtener estos resultados o el que definirá el movimiento de cada rueda, puede ser un agente especializado en la locomoción.

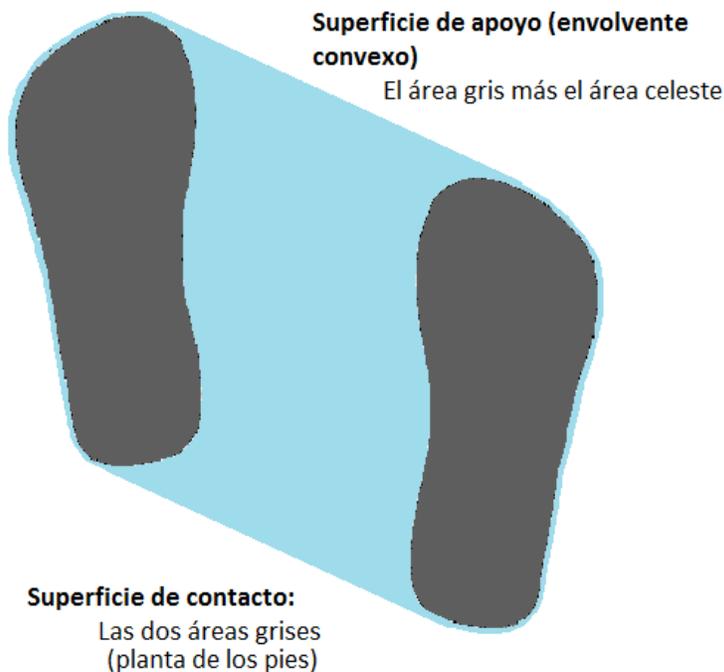


*Construcción en casa de un Encoder con Lego. Imagen obtenida de la página web Sensores Caseros para MINDSTORMS NXT y EV3.*

### 8.6.3 Androides

Es la denominación que se le da a un robot que posee apariencia similar a la del humano (antropomorfos) y que, además, imita aspectos de su conducta. Su utilidad en la actualidad es sólo de experimentación, dado que son los robots más complejos de fabricar y programar. En general, cualquier robot que posea rasgos humanos (dos brazos, dos piernas, cabeza, bípedo, etc.) puede ser considerado Androide, aunque no posea un nivel avanzado de inteligencia o sea de propósito específico.

Una de las características más complejas de estos robots es la locomoción bípeda. Controlar todos los movimientos manteniendo el equilibrio (el centro de masa dentro de la superficie de apoyo<sup>63</sup>) requiere de mucho procesamiento y limita mucho al robot. Una maniobra brusca puede generar una desestabilización que requiera de una velocidad de respuesta que los actuadores del robot (los motores en las articulaciones) no puedan ofrecer. En este contexto se pueden apreciar dos grandes trabajos que pueden ser destinados a agentes: cálculo de la configuración de las articulaciones para realizar un movimiento, y monitoreo del centro de gravedad para controlar el equilibrio y planeación de acciones correctivas.



En los androides inteligentes hay más variables en juego. Se necesitan agentes especializados en el procesamiento y clasificación de la información para el aprendizaje y la toma de decisiones. Cuanto más complejo sea el nivel de inteligencia que se requiera, más complejos y diversos tendrán que ser los agentes.

### 8.6.4 Zoomórficos

Poseen un sistema de locomoción que imita a los animales. Los Robots zoomórficos caminadores múltiplos<sup>64</sup> son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios. Los más comunes son los que poseen seis o cuatro patas por su gran estabilidad.

Son fáciles de construir, por lo que su evolución está muy avanzada. Tienen gran potencial para el desarrollo de verdaderos vehículos todo terreno, capaces de navegar en superficies muy

63 Para este propósito, se define la superficie de apoyo como el área formada por la figura geométrica que forma el envolvente convexo que abarca la superficie de contacto (la planta de los pies).

64 Con muchas patas

accidentadas o en el agua. Algunos prototipos tienen la habilidad de escalar paredes completamente verticales y terreno plano.

Al poseer varias extremidades, este tipo de robots tiene una gran cantidad de grados de libertad. Su conjunto de configuraciones es muy grande y complejo, por lo que tiene que haber un agente destinado a encontrar los movimientos adecuados para las configuraciones no programadas<sup>65</sup>. Para la identificación del terreno, los robots deben de incluir un sistema de sensores que les permita medir variables del entorno, como proximidad a obstáculos, cantidad de luz, rugosidad del terreno, sonido, etc. Esto requerirá el uso de agentes especializados en el procesamiento de estas señales.

### **8.6.5 Híbridos**

Corresponden a aquellos cuya estructura se sitúa en combinación con alguna de las anteriores ya expuestas. Por ejemplo, un dispositivo segmentado articulado y con ruedas, es al mismo tiempo un Robot móvil y uno zoomórfico. Los robots anfibios, por ejemplo, son muy frecuentes a presentar una estructura híbrida, pues para andar en el agua pueden usar algún sistema de propulsión de aleta de pato o de cola de pez, y para andar sobre terreno firme usar una plataforma rodante.

Dada su generalidad, este tipo de robots puede presentar cualquier tipo de agente que los robots de diferente clasificación ocupen. Es muy probable que requiera uno o más agentes para controlar su movimiento; otros, para calcular trayectorias; otros, para procesar la información del medio y tomar decisiones; etc.

### **8.7 Robots como un sistema multiagente – Estado del arte**

Como se vio en la sección anterior, los agentes pueden estar especializados en la resolución de un problema en particular. Han logrado ser muy eficientes cuando trabajan en conjunto en una tarea específica. Pero el estado del arte actual de la robótica dice que aún existen limitantes. Por ejemplo, la inteligencia artificial, o AI por sus siglas en inglés.

Si bien existen muchas teorías del aprendizaje para sistemas inteligentes, aún no se la logrado reproducir la capacidad del ser humano o de un animal superior. La lógica difusa ha permitido hacer acercamientos importantes, pero todos con límite. Se han creado robots que son capaces de establecer una conversación con un humano, o de identificar sus emociones, y hay muchos robots con capacidad de aprender, pero aún lejos de la complejidad del cerebro de una persona.

En cuanto al movimiento la situación es similar. La velocidad de respuesta de los actuadores y la velocidad de cálculo de los procesadores han mantenido su desarrollo a raya. Aunque existen muchos robots con movimientos sorprendentes (como BigDog y WildCat, ambos de Boston Dynamics), aún existen tareas que desafían a la ingeniería, como la de realizar saltos seguros, subir y bajar escaleras con fluidez, trepar por una cuerda, etc.

Como información complementaria, se recomienda leer los documentos siguientes, que podrán encontrarse en internet por medio del enlace especificado. Además, se motiva a los docentes a que estén en constante investigación sobre el estado del arte de la robótica a nivel mundial.

---

<sup>65</sup> Esto se conoce como cinemática inversa: cómo deben de estar las articulaciones (cada uno de los grados de libertad) para llegar al punto en el espacio deseado. El ser humano hace este proceso de forma automática, por lo que no tiene problemas para alcanzar objetos con la mano, por ejemplo.

- “Formalización de maniobras en robots con múltiples grados de libertad como sistemas multiagente”. José Antonio Martín H., Javier Alonso Ruiz. Instituto de Automática Industrial, C.S.I.C. Disponible en:  
[http://www.academia.edu/1987576/Formalizacion\\_de\\_maniobras\\_en\\_robots\\_con\\_multiples\\_grados\\_de\\_libertad\\_como\\_sistemas\\_multiagente](http://www.academia.edu/1987576/Formalizacion_de_maniobras_en_robots_con_multiples_grados_de_libertad_como_sistemas_multiagente)
- “Premio a la inteligencia artificial que imita a la humana”, Alba Tobella, 2013. El País. Disponible en:  
[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/15/actualidad/1358252104\\_119695.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/15/actualidad/1358252104_119695.html)

### **8.7.1 Actividad 2 -Agentes en acción**

#### **Dinámica de acción**

- Objetivo :** Identificar la utilidad de los agentes en los modelos robóticos, observando la forma en la que ayudan a su operación.
- Descripción :** Observar por medio de un vídeo las diferentes maneras en las cuales interactúan agentes individuales, logrando ejecutar una tarea conjunta.
- Procedimiento :** Se observará el vídeo ilustrativo que sea seleccionado por el facilitador.  
Se formarán grupos de 5 integrantes. Cada uno generará un listado de los agentes que observa en el funcionamiento del robot.  
Cada grupo creará un diagrama en el cual identifique, según su criterio, cuál es la jerarquía de los agentes, es decir, cuál es el que consideran más importante en el funcionamiento del robot.
- Recursos :** Vídeo ilustrativo, Proyector multimedia, Papel bond (pliego), Marcador permanente, Tirro.
- Tiempo :** 45 minutos

## 9 MÓDULO V - “PROGRAMACIÓN EN ROBÓTICA EDUCATIVA”



*Ada Lovelace*

## **9.1 Propósito**

Demostrar e implementar los principios básicos de la programación mediante el uso de herramientas para desarrollar la lógica computacional.

Solucionar problemas por medio de la creación de algoritmos.

Desarrollar algoritmos sencillos que permitan entender el arte de crear programas.

## **9.2 Descripción**

La robótica es una rama donde se aplican conocimientos de otras áreas del saber. Un área donde reside el corazón de su funcionamiento, es la programación. Por lo tanto es necesario conocer y aventurarse en la elaboración de programas, practicando constantemente para fortalecer las habilidades y conocimientos.

Creando programas es como se define el comportamiento de los dispositivos tecnológicos. Para encontrar soluciones a situaciones que pueden ser resueltas con mayor eficacia usando la tecnología, es necesario entender los conceptos, pasos y prácticas involucrados en el proceso.

Es por ello que en este módulo se presenta una guía que permitirá conocer acerca de cómo poder diseñar un algoritmo y flujogramas, que componen el centro de la programación, comprendiendo los conceptos más sencillos. Esto facilitará construir varios algoritmos mediante los ejemplos que se irán desarrollando, culminando con la elaboración de un programa. No habrá necesidad de ahondar en el conocimiento del desarrollo de software que le corresponde a la educación superior (ingeniería de sistemas informáticos o la licenciatura en ciencias de la computación).

Se describen inicialmente fundamentos históricos para luego introducir a los fundamentos teóricos relacionados con la elaboración de diagramas implementados en el diseño de programas. Luego se explica cómo formular un algoritmo, base para el arte de programar, utilizando estas herramientas.

Las actividades planteadas en este documento van encaminadas a fortalecer los conceptos que se involucran en el aprendizaje. Son actividades lúdicas que pueden ser implementadas con un grupo de personas en entornos presenciales y virtuales. Las lecturas están diseñadas para que en su repaso los conceptos puedan ser comprobados y aclarados con el ejercicio planteado en cada una.

### 9.3 Resumen de actividades

Actividad 1: Buscando un programa en actividades de la vida real.

Actividad 2: Dibujando pasos: incursión a los algoritmos.

Actividad 3: Hablando en otro lenguaje.

### 9.4 Programación

#### 9.4.1 ¿Qué es programación?

Programar es diseñar y definir los pasos y decisiones que seguirá un dispositivo tecnológico para realizar una determinada tarea, mediante el uso de herramientas especiales para comunicarse directamente con los equipos. Por lo tanto, programación es la acción de crear y plasmar esos pasos en un dispositivo. En los equipos tecnológicos modernos, de electrónica digital, la programación se hace escribiendo la secuencia de instrucciones (los pasos y decisiones) en lo que se denomina *código de programación*.

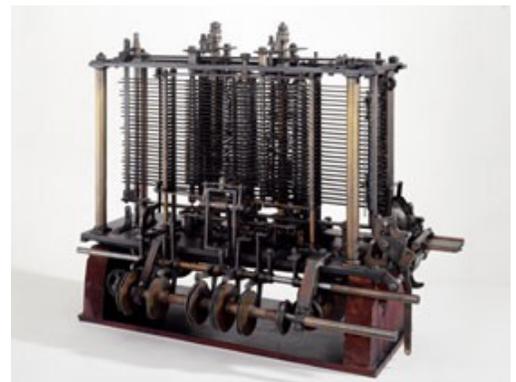
Todos los dispositivos tecnológicos tienen su forma de recibir las secuencias de pasos que se quiere realicen. La comunicación con ellos no puede ser por medio de idiomas convencionales, como español, inglés, a señas, etc., pues su estructura electrónica básica no les permite entender estos medios. Por eso existe un lenguaje diferente para la programación, que a su vez puede variar de dispositivo a dispositivo.

De esta manera se entiende que existen “lenguajes de programación” especiales por los cuales se les transmite las instrucciones o pasos a seguir a las computadoras, microcontroladores, celulares, etc. Hay varios de estos lenguajes: unos son tan complejos y propios de cada dispositivo, que sólo tienen sentido para éste; otros, con el objetivo de ofrecer mayor claridad, hacen uso de intérpretes para facilitar la comunicación entre el programador (diseñador del código del programa) y la máquina.

#### 9.4.2 ¿Quién inventó la programación?

Ada Lovelace fue la primera persona en escribir un programa para una computadora programable. Describió un "plan" de los pasos que permitirían calcular una sucesión de números, denominada secuencia de Bernoulli. Su primer programa utilizaba dos secuencias de repetición, y demostró con ello la capacidad de tomar caminos diferentes en la secuencias de pasos que podía realizar la máquina de Babbage. También describió cómo calcular operaciones trigonométricas, con valores diferentes almacenados temporalmente, utilizando la misma máquina. Además, sugirió cómo poder usar tarjetas perforadas para almacenar las instrucciones.

La máquina de Babbage fue el diseño de la primera computadora moderna de uso general, desde 1816. La



*Máquina de Babbage, en el Science Museum de Londres. La imagen fue obtenida de la página web del museo.*

limitación de materiales que podrían usarse para esa época dificultó que pudiese ser construida, y fue hasta después de la muerte de su inventor Charles Babbage que se construyeron modelos de la misma<sup>66</sup>.

### **9.4.3 ¿Quiénes usan la programación?**

Crear secuencias de pasos para dispositivos en la actualidad es algo que todos pueden hacer, por lo que no se restringe a un sector en particular de los oficios o actividades humanas. Sin embargo, es más común que los que estudian y se dedican al área de las computadoras sean los que más se dediquen a la programación.

También lo hacen los que se interesan por operar y trabajar con dispositivos electrónicos, muy común para las carreras de ingeniería. Sin embargo, también es frecuente que físicos, matemáticos, biólogos, químicos y profesionales de ciencias exactas desarrollen programas para resolver necesidades en sus áreas. En la actualidad, gracias al avance en el acceso a recursos tecnológicos, tanto docentes como estudiantes de educación básica están incursionando en este arte.



En un futuro, posiblemente programar sea parte de las actividades cotidianas de las personas, quienes encontrarán en esa actividad una herramienta más, un idioma más por el cual podrán comunicarse y enfrentar problemas con soluciones eficientes.

### **9.4.4 ¿Para qué puede servir la programación?**

Es frecuente enfrentarse en las actividades cotidianas con quehaceres que requieren de habilidades cognitivas, matemáticas y lógicas. A veces, esas actividades se vuelven repetitivas, variando en pequeños detalles. Se realizan con una secuencia de pasos sencillos y ordenados, que al verlos en conjunto lucen complejos, y que permiten que la actividad se cumpla con satisfacción.

Esas actividades podrían estar relacionadas a la programación, permitiendo definir esas secuencias de pasos en algoritmos que resuelvan las tareas necesarias y que sean ejecutados por una computadora o un equipo tecnológico programable. Por ejemplo, se podría crear un programa que le facilite a los docentes introducir las notas de los exámenes de sus estudiantes, programar una computadora para que registre la cantidad de lluvia durante una temporada, etc.

### **9.4.5 Actividad 1 - Buscando un programa en actividades de la vida real.**

#### **Buscando un programa en actividades de la vida real.**

**Objetivo :** Desarrollar la habilidad de describir secuencialmente situaciones de nuestro entorno, de manera ordenada y con detalles precisos de la acciones que se involucran.

**Metodología :** Compartir analogías de nuestra vida cotidiana e interpretarlas como un programa o algoritmo, para luego elaborar recetas de nuestros ejemplos.

---

66 Science Museum de Londres, <http://www.sciencemuseum.org.uk/>

**Buscando un programa en actividades de la vida real.**

- Actividad :**
1. Se sugerirá un conjunto de actividades cotidianas que pueden servir de ejemplo para poder realizar el ejercicio, mediante una lluvia de ideas entre todos los participantes.
  2. Se pedirá a cada persona que describa una actividad cotidiana en su que hacer diario y el facilitador tendrá que mostrar una actividad descrita ante todos mediante un papelógrafo o una presentación.
  3. Desglosará cada participante la actividad que describió en pequeñas actividades describiéndola totalmente como una serie de pasos a seguir para realizar dicha actividad.
  4. Exponer su actividad contando cuántos pasos describió y los detalles de cada paso.

**Recursos :** Lápiz, papel, mucha imaginación

**Tiempo :** 30 minutos

#### **9.4.6 Extendiendo la definición de programación**

Retomando la definición anterior, programar es diseñar y definir pasos y decisiones que se deberán seguir para la realización de una tarea. Este concepto se puede llevar a varios contextos, por ejemplo:

1. Para tostar panes en un horno pequeño, se necesita calentarlos por unos 5 minutos, a una temperatura de 150 grados centígrados, por ejemplo. El proceso de mover la perilla del horno que establece el tiempo para que cuente 5 minutos, y mover la perilla de la temperatura a 150 °C, se puede llamar *programación del microondas*, y la tarea que se estaría resolviendo es tostar el pan.
2. Los fines de semana pueden ser aprovechados haciendo limpieza en la casa. Un padre de familia le encomienda a uno de sus hijos hacer lo siguiente: recoger sus libros y juguetes, limpiar las ventanas y paredes de su cuarto y luego barrer el suelo; arreglar la cama, lavar su ropa sucia y los zapatos del colegio, y finalmente, alistar sus útiles escolares para el siguiente día de clases. Como el hijo recibe las indicaciones (instrucciones) al inicio del día, él tendrá que memorizarlas (guardarlas en su memoria) y luego cumplirlas en orden. En este ejemplo particular, si el hijo olvida el orden de algunas indicaciones puede que no tenga problemas (por ejemplo, si alista primero el bolsón y luego lava la ropa y sus zapatos). Pero si por ejemplo barre primero el cuarto y luego limpia las ventas y las paredes, y recoge hasta después sus libros y juguetes, seguramente tendrá que barrer de nuevo. No es que el papá haya programado a su hijo, pero el proceso de darle indicaciones y encomendarle tareas específicas en orden, es similar al proceso de programación de un dispositivo tecnológico.
3. Los relojes despertadores, los que tienen alarma, no saben a qué hora tienen que sonar cuando uno los compra. Es más: la hora de la alarma se puede cambiar el cualquier momento, según

la necesidad del usuario (el dueño). Al proceso de establecer la hora a la cual la alarma tendrá que sonar se le puede denominar *programación del reloj despertador*. Así, por ejemplo, si se fija a las 5:00 a.m., el reloj sonará cuando marque esa hora. Extendiendo aún más este concepto, ponerle la hora actual al reloj también sería programación.

## **9.5 ¿Cómo se habla en un lenguaje de programación?**

Como ya se mencionó, la programación es la forma de comunicarse con las computadoras. Existen muchas maneras diferentes, así como hay varios idiomas en el habla humano. Cada lenguaje de programación posee sus reglas definidas para comunicarse, para construir instrucciones y para interpretarlas.

De la misma forma que se necesita entender qué es el sujeto y el predicado en las oraciones, cuál es el verbo y cuál el adverbio o que las palabras agudas se tildan cuando terminan en *n*, *s*, o *vocal*, primero se deben afinar los conceptos básicos de programación para empezar a utilizar este lenguaje. Existe un orden de construcción de instrucciones, y reglas para la creación de las mismas, todo bajo una lógica computacional que se debe seguir al pie de la letra. Es importante recordar que una computadora no le encuentra sentido a lo que se le comunica por medio del lenguaje: simplemente ejecuta las instrucciones sin interpretarlas.

### **9.5.1 ¿Qué es un algoritmo?**

Un algoritmo es simplemente un conjunto de pasos ordenados a seguir. En términos de programación, es el diseño del programa que se desea realizar. Para que un algoritmo tenga sentido, debe tener un propósito, una tarea a resolver.

Los algoritmos son usados diariamente, pero nadie los nombra como tal. Por ejemplo “la receta para preparar tamal pisque” o “los pasos a seguir para comprar pastelitos donde la niña Lola”. En otros contextos, como en matemáticas, es más común escuchar la palabra: el algoritmo de la división, de la suma, etc.

### **9.5.2 ¿Qué se hace para diseñar un algoritmo?**

Primero se deben conocer las reglas básicas para crearlos. Se puede hacer un algoritmo gráfico o uno escrito. Los primeros se construyen mediante elementos gráficos que resultan más fáciles de leer e interpretar; reciben el nombre de flujogramas o diagramas de flujo y tienen tres reglas básicas:

1. Se dibuja una figura para cada acción y una acción por cada figura.
2. Cada línea que se dibuja posee una flecha indicando el flujo a seguir.
3. Todo diagrama tiene un inicio y un final.

La construcción de estos diagramas de flujo se explicará más adelante. Los algoritmos escritos, por otro lado, son una representación de la secuencia de pasos por medio del lenguaje convencional.

### 9.5.2.1 ¿Se debe seguir instrucciones paso a paso?



Para realizar una actividad se deben resolver varias tareas pequeñas para completar una grande, por lo que se deben seguir instrucciones sencillas una a la vez. En este caso, para elaborar un algoritmo gráfico se necesita crear la secuencia de pasos figura por figura.

Lo que nunca debe faltar en un algoritmo es un inicio y un final, de manera que sea posible identificar dónde empieza el camino de pasos y dónde termina. Si bien puede darse el caso de que dos actividades pequeñas puedan realizarse una después de la otra, sin importar cuál irá primero, una vez escrito el algoritmo se tiene que respetar el orden en el que fueron colocadas.

### 9.5.3 ¿Cómo se crea un programa a partir de un algoritmo?

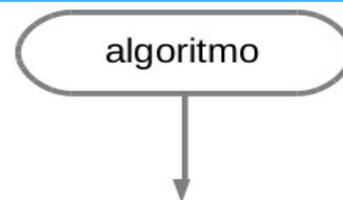
Conforme avanza el módulo, se aprenderá a construir algoritmos y a representarlos gráficamente y por escrito. Cuando se tenga construido un algoritmo determinado, el paso siguiente es hacer un programa que lo ponga en marcha, dicho de otra forma, implementarlo. Para ello se necesita un herramienta (software) que permita escribir el código en el lenguaje de programación adecuado o seleccionado.

#### 9.5.3.1 ¿Qué herramienta se puede usar para hacer un programa?

Dependerá de su finalidad, puesto que existen muchas herramientas que sirven para diferentes sistemas operativos. Esto significa que hay que tomar en cuenta el entorno de programación y el objetivo del programa. La sugerencia general es utilizar Software Libre, o de licencia gratuita, puesto que no traen ningún compromiso económico o legal, ni alguna otra limitante para la utilización del mismo. En este manual, para la realización de los ejercicios y para la explicación de la implementación de los algoritmos (paralela a la construcción de los mismos), se utilizará la herramienta de Scratch.<sup>67</sup>

### 9.6 ¿Cómo dibujar un diagrama de flujo?

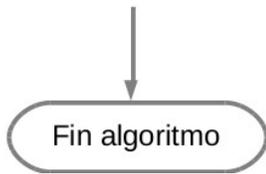
Se empieza con una figura de inicio, un rectángulo ovalado que posee el nombre del algoritmo adentro, seguido de una línea de flujo que indica cual será la siguiente instrucción, la cual puede dirigirse en cualquier dirección, siempre y cuando sea hacia otra figura.



En Scratch, se representa por la imagen con el texto “al presionar”. Esta figura representa que el programa iniciará al presionar un botón con ícono de bandera que se ubica en la parte superior derecha, la cual puede estar desactivada si el ladrillo no está conectado a la computadora.



<sup>67</sup> El instalador de esta herramienta se puede encontrar en la página oficial del software: <http://enchanting.robotclub.ab.ca>



La figura de fin es igual a la de inicio, con la diferencia de que a ésta le llega una única línea de flujo que le apunta, indicando el final del algoritmo, y tiene escrita la palabra “Fin”. Podría ser que en un algoritmo extenso y complejo existan varias maneras de finalizar, pero eso no significa que deba indicarse varios finales. Debe existir un único final para el algoritmo.

Dentro del software Scratch, puede hacerse con dos elementos:



1 - Este bloque detiene la ejecución del programa del objeto que lo posee



2 - Con este otro se detienen todos los programas de todos los objetos, incluyendo el que lo posee.

Por tratarse de dibujos, posiblemente los algoritmos no quepan en una sola página. En estos casos se tendrá que hacer referencias hacia otras partes dentro de la misma página, o hacia otra no visible para quien lo lee. Para ello se utilizan figuras que indican dónde ubicar la conexión siguiente. Para un flujo que continúa en un espacio diferente de la misma página se utiliza un círculo numerado; para uno que continúa en una página diferente se utiliza un pentágono (más o menos cuadrado) numerado, pudiendo seguir diferentes secuencias numeradas los pentágonos y los círculos.

Ejemplos:

Continuidad en una misma página	Continuidad en una página diferente	
Página 1	Página 1	Página 2

Los algoritmos gráficos pueden llegar a ser bastante extensos por la gran cantidad de dibujos necesarios. No obstante, estos son los más fáciles de interpretar puesto que no dan lugar a duda de qué paso es el siguiente a realizarse, mientras que los algoritmos narrados pueden depender de la interpretación de cada lector.

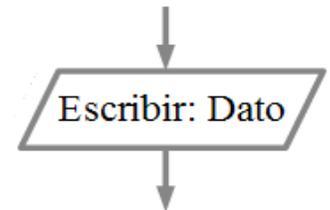
### 9.6.1 ¿Cómo se puede comunicar en un algoritmo?

Un algoritmo puede solicitar o emitir datos, siendo ésta la manera de comunicarse con el exterior. Posiblemente se den casos en donde no sea necesaria ninguna de esas dos situaciones, o donde sólo una sea utilizada ya sea para emitir (mostrar) datos o solicitarlos.

La escritura o impresión<sup>68</sup> de datos desde el algoritmo se indica con una figura curva. En su interior se coloca el dato que se desea mostrar, que puede ser, básicamente, de tres tipos posibles:

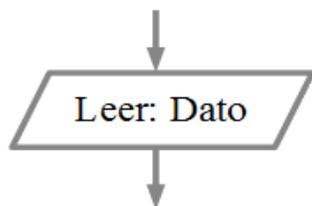
- Datos numéricos:
  - Son los que representan un número real o entero. Ejemplos: 9, -7.5, 3.141519.
- Datos de texto
  - Son aquellos donde se presentan números, letras y símbolos, los cuales deben escribirse entre comillas para indicar su tipo. Ejemplo: “Texto”, “Frases varias.”, “¡¡¡ Mezclas de num3r05 y l37r45 !!!”.
- Datos lógicos
  - Estos, a pesar de ser más comunes, son muy poco usados para ser mostrados. Son los que representan una certeza o una falsedad, por lo que se ven como el resultado de comparaciones. Por ejemplo, si comparamos  $5 > 3$  su resultado sería CIERTO, y una comparación como “pepe” = “josé” sería FALSO.

Para representar una emisión de datos por parte del algoritmo se utiliza la indicación de escritura, la figura de un paralelogramo rectangular. No deben faltar las líneas de flujo indicando la secuencia de las instrucciones:



En el programa se pueden mostrar datos a través del bloque *decir*:

Pero si se busca mostrarlo en pantalla, es mediante el bloque *imprimir*. También desde las herramientas para *variables* se puede mostrar el contenido de una en la interfaz, con el bloque *mostrar variable*.



La lectura de datos se realiza con el mismo símbolo con la diferencia que se ocupa un espacio de almacenamiento temporal para guardar el dato de la lectura cuya indicación que llevará es “leer”:

<sup>68</sup> Se le llama impresión al proceso de mostrar los datos, ya sea en pantalla, en papel, o por otro medio.

Leer un dato es obtener un valor del medio ambiente, en Scratch es a través de la lectura de sensores, mediante los bloques de los sensores.

Para saber si el bloque o pieza está tocando algo, puede consultar el valor de *toque*,

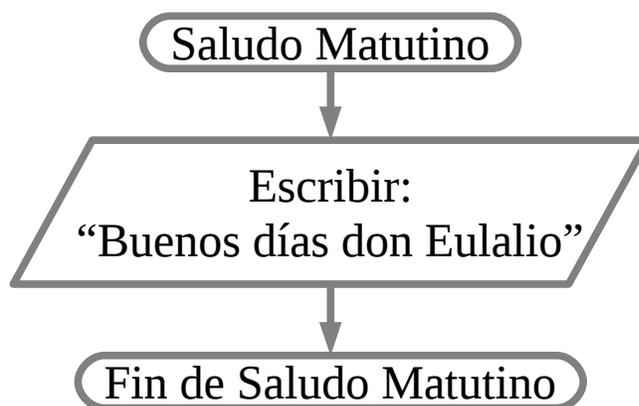


el elemento devolverá cierto o falso si el sensor está siendo presionado.

El siguiente bloque devuelve un valor numérico de la distancia en centímetros que el sensor percibe:



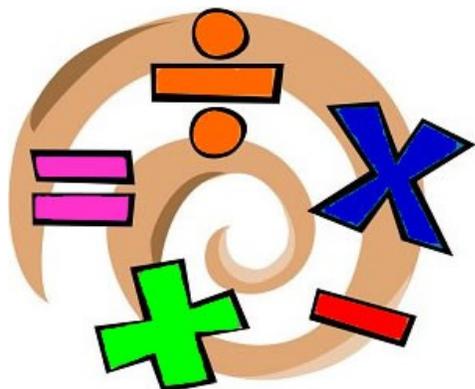
Con los elementos conocidos hasta este punto, ya se puede diseñar la secuencia de pasos para saludar por la mañana al señor vecino que se llama Eulalio:



La interpretación del flujograma es:

- El primer símbolo significa Inicio del algoritmo Saludo matutino. Desde acá se comienzan a seguir las instrucciones.
- La segunda figura es un símbolo de solicitud (o entrada) y de emisión (salida). Su indicación es “escribir”, se convierte únicamente en símbolo de emisión. Se debe escribir entonces “Buenos días don Eulalio”.
- El tercer y último paso es un símbolo de finalización, el cual indica que ha terminado la tarea.

### 9.6.2 ¿Es posible realizar operaciones matemáticas en un algoritmo?

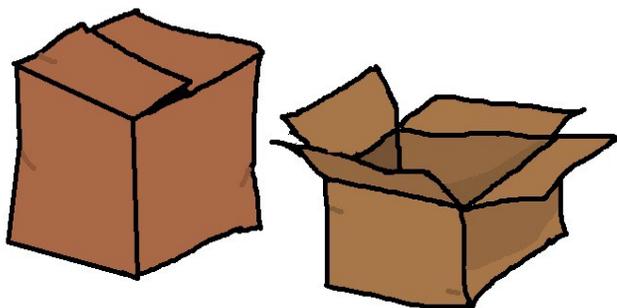


A muchos les asusta la idea de pensar que programar implica hacer muchos cálculos matemáticos, lo cual no es del todo falso. Pero no sólo de eso se trata. La computadora hace muchos cálculos matemáticos a cada momento, y es posible solicitarle que realice también los que le corresponden al usuario.

Para ésto, se pide al algoritmo que realice (ejecute) una acción, una operación matemática, (dentro de otras muchas posibles acciones definidas ya en el computador o creadas por los usuarios). El símbolo utilizado para realizar la operación en un diagrama de flujo es un rectángulo conteniendo la operación y un objeto para guardar los datos temporalmente, mientras el algoritmo está llevándose a cabo.

Entonces primero se debe conocer dónde almacenar resultados o datos temporales.

### 9.6.3 ¿Dónde se guardan los resultados o datos temporales?



*Las cajas sirven de analogía a las variables en la memoria de la computadora. Pueden ser rotuladas para diferenciarlas, y dentro pueden guardar varios tipos de objetos.*

Para guardar datos y resultados que se ocupan continuamente, es mejor almacenarlos en un espacio de memoria de la computadora, permitiéndole a la misma que los busque cuando se necesiten. A ese espacio se le llama *variable*, y para identificarlo de los demás se le adjudica un nombre. Ejemplos de nombres podrían ser: “suma”, “dia\_de\_hoy”, “variable” o “mes\_de\_nacimiento”.

restricciones a la creatividad, pero cuando se hace con fines de implementación en un lenguaje de programación, se siguen reglas que establecen cómo las variables pueden ser nombradas. Dentro de las más comunes están las siguientes:

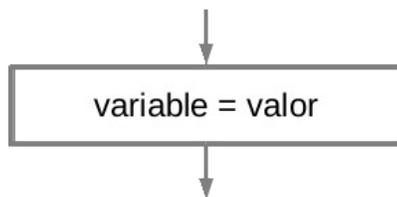
¿Qué nombres se pueden asignar a las variables? Cuando se diseña un algoritmo manualmente, no hay

- **Utilizar nombres nemotécnicos.** El uso de siglas no es recomendado, porque pueden dar lugar a confusión. Es más fácil identificar en un nombre su contenido cuando éste lo indica. Por ejemplo, los siguientes son nombres bien aceptados: *area*, *areaDeCirculo*, *areaDeTriangulo*, *nombre*, *nombreDelEstudiante*, *nombreDelPadre*, *suma*, *resultadoDeLaSuma*.
- **No utilizar** signos de puntuación (.,!;?;:), espacios en blanco, símbolos tipográficos o de otro tipo ( $\$$ %,/\*#@<>), y letras consideradas especiales o tildadas (ñ,â,ü,í,œ,). Muchos lenguajes de programación permiten el uso del signo de subrayado “\_” (guión bajo) e incluir números

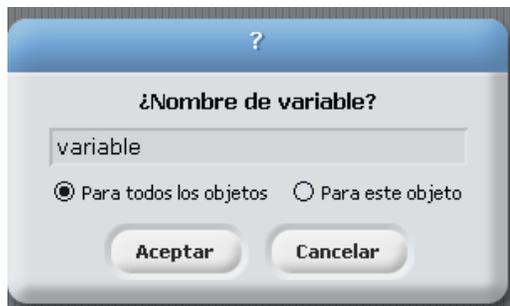
después del inicio del nombre. Por ejemplo: `area_de_patio_1`, `ninas_de_cuarto_grado`, `cantidad_de_pinatas`, `apellido_de_mi_papa`, `miercoles_de_ceniza`, `examen_326`.

- **Uso de mayúsculas y minúsculas.** Dependiendo de la herramienta que se esté usando al momento de programar, es posible que “AREA” se interprete diferente al nombre “area”. A esto se le llama *sensibilidad a mayúsculas*. La recomendación general es consultar la documentación del software que se esté usando para programar y las reglas que define para nombrar variables.

En un diagrama de flujo, la representación es un rectángulo en donde se especifica la asignación y la variable:



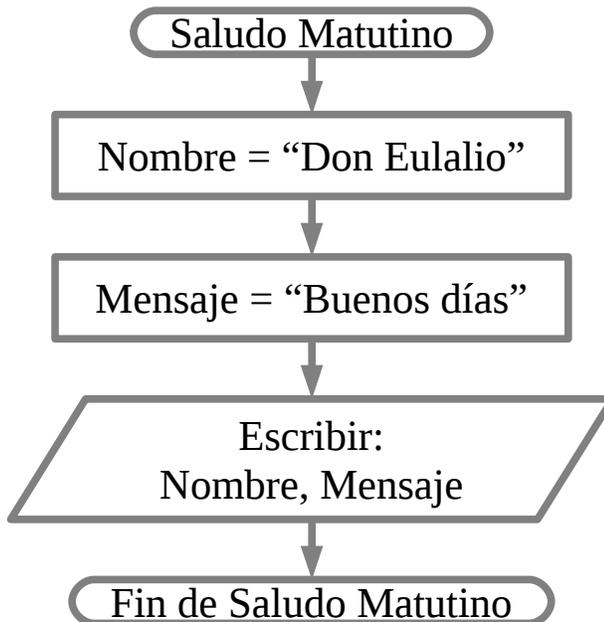
Dentro de Scratch, en la sección de *variables*, se crea primero una variable asignándole un nombre,



Luego, dentro del programa, se puede cambiar el valor del contenido con el bloque *fijar* o con el bloque *cambiar*.



Explicado eso, se puede empezar a utilizar variables para guardar datos en los algoritmos. En el siguiente ejemplo se usa un rectángulo para la asignación de datos a las variables:



Interpretación del flujograma:

- La primera figura significa que inicia el algoritmo llamado Saludo Matutino.
- En la segunda figura se asigna a una variable llamada "nombre", el dato "Don Eulalio" (de tipo texto o cadena de caracteres).
- La tercera figura muestra la asignación a una nueva variable llamada "mensaje", el dato "Buenos días" (de tipo texto o cadena de caracteres).
- Luego viene la una instrucción de emisión de datos. Solicita la escritura de los contenidos de las variables "mensaje" y "nombre" en ese orden. El resultado será la unión de los contenidos de ambas variables "Buenos días Don Eulalio".
- Finalmente se presenta la figura de Fin, indicando que se ha completado el flujograma.

Durante la asignación de variables es posible hacer operaciones matemáticas. Esto facilita obtener los resultados de operaciones simples que son necesarias para otras más complejas, simplificando el algoritmo.

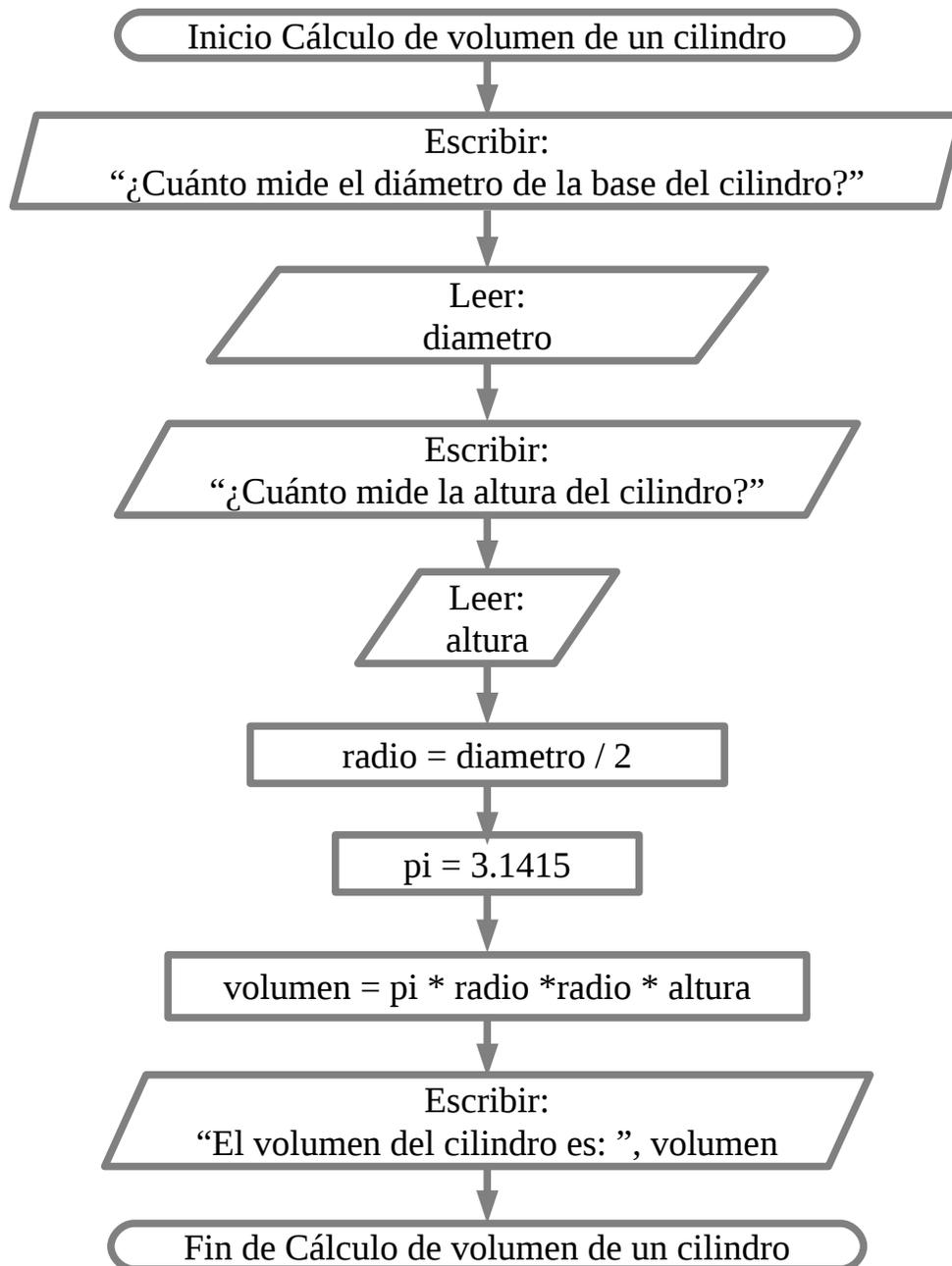
Las operaciones matemáticas tienen sus características especiales en cada lenguaje de programación, pero las básicas siempre se comportan igual:

- Para la suma se utiliza el símbolo más: +
- Para la resta igualmente se utiliza el símbolo menos: -
- En la multiplicación se utiliza el asterisco \*
- En la división se utiliza el símbolo de la barra tipográfica invertida /
- Los paréntesis rompen la jerarquía de las operaciones matemáticas, al igual que en aritmética.

El funcionamiento de estos operadores es muy similar al que tienen en las calculadoras.

Ejemplo:

Se debe crear un algoritmo que pueda calcular el volumen de un cilindro.



Análisis del flujograma:

- Inicia el cálculo de volumen de un cilindro

- Se indica que hay que escribir una pregunta: “¿Cuánto mide el diámetro de la base del cilindro?”.
- Se debe leer el valor del diámetro y guardarlo en la variable diámetro.
- Se indica que hay que escribir otra pregunta: “¿Cuánto mide la altura del cilindro?”.
- Luego se lee el valor de la altura y se almacena en la variable con el mismo nombre, altura.
- Se realiza el cálculo para obtener el valor del radio, que es la mitad del diámetro, y se almacena en la variable radio.
- Se define un valor para la constante  $\pi$  y se almacena en la variable llamada pi con un valor de 3.1415.
- Se calcula el volumen del cilindro con la fórmula conocida:  $\pi$  multiplicado por el radio al cuadrado y por la altura. El resultado se almacena en la variable volumen.
- Después del cálculo se escribe el mensaje “El volumen del cilindro es ” junto con la variable que tiene almacenado el resultado del cálculo.
- Se finaliza el algoritmo de cálculo de volumen de un cilindro.

#### **9.6.4 ¿Cómo se puede elegir entre dos opciones?**

Es posible encontrarse con situaciones en las que se tenga que realizar una secuencia de pasos u otra, dependiendo de un parámetro en particular. Por ejemplo, cuando alguien va a comprar una camisa primero se la mide para saber si le queda. Si le ajusta, la compra; sino, busca otra talla u otro estilo. Esto se denomina bifurcación del flujo de datos. Es necesaria una acción que permita “decidir” qué opción se debe realizar en función del resultado de una comparación (en el ejemplo anterior vendría siendo probarse la camisa).

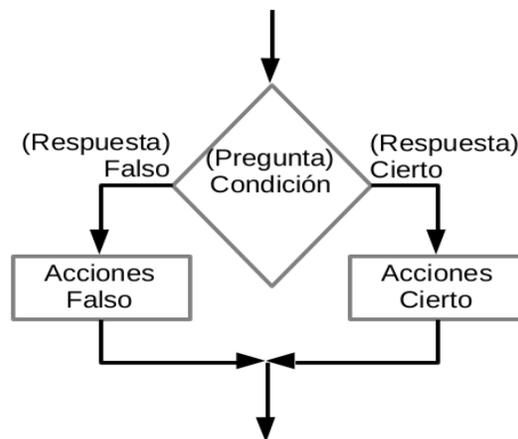
#### **9.6.5 ¿Cómo se debe comparar datos?**

La comparación se basa en operaciones matemáticas simples y operaciones del álgebra de Boole (o booleana). Los resultados son respuestas simples de “cierto” o “falso”. Se compara si un dato es mayor, menor, igual o diferente a otro, permitiendo las combinaciones “menor o igual” y “mayor o igual”. Por ejemplo:

- Dadas las asignaciones  $a=5$ ,  $b=6$ ,  $c=7$  y  $d=$ “Hola” (es correcto sustituir el valor de las variables dentro de las preguntas para determinar si son ciertas o no):
  - Pregunta: ¿La variable  $a$  es mayor que 3?
    - Respuesta: Cierto
  - Pregunta: ¿La variable  $b$  es menor que 3?
    - Respuesta: Falso
  - Pregunta: ¿La variable  $c$  es igual que 7?
    - Respuesta: Cierto
  - Pregunta: ¿La variable  $b$  es diferente que  $a$ ?
    - Respuesta: Cierto

- Pregunta: ¿La variable  $d$  es igual que el texto “hola” ?
  - Respuesta: Falso
  - Porque la variable  $d$  contiene “Hola” con “H” mayúscula, eso la hace diferente.
- La forma de preguntar se puede volver compleja, mediante operaciones realizadas en la pregunta.
  - Pregunta: ¿La variable  $a$  multiplicada por - 1 es mayor que 3?
    - Respuesta: Falso
  - Pregunta: ¿La variable  $b$  dividida entre la variable  $c$  es menor que 3?
    - Respuesta: Cierto
  - Pregunta: ¿La variable  $b$  multiplicada por la variable  $a$  es diferente que la variable  $a$  multiplicada por la variable  $b$ ?
    - Respuesta: Falso
  - Pregunta: ¿La variable  $d$  unido al texto “\_pepe” es igual que el texto “Hola\_pepe”?
    - Respuesta: Cierto

Con este tipo de preguntas se pueden establecer bifurcaciones en un flujograma. Por su papel, reciben el nombre de “decisión” o “condición”. La figura que las representa es un rombo del cual salen dos líneas de flujo, indicando cuál flujo corresponde a la certeza del resultado y cuál a la falsedad del mismo.



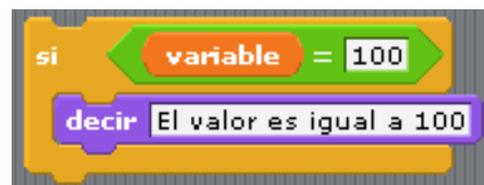
Una pregunta se formula en Scratch con bloques especiales de la sección de operadores que tienen una forma hexagonal alargada, y cuyo valor de resultado se interpreta como cierto o falso.



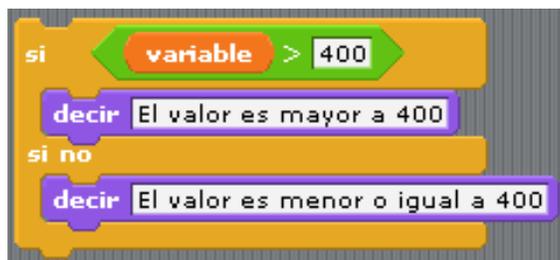
O bien podría ser un bloque de la sección de sensores, con la misma forma hexagonal. Normalmente tienen una pregunta descrita en el bloque:



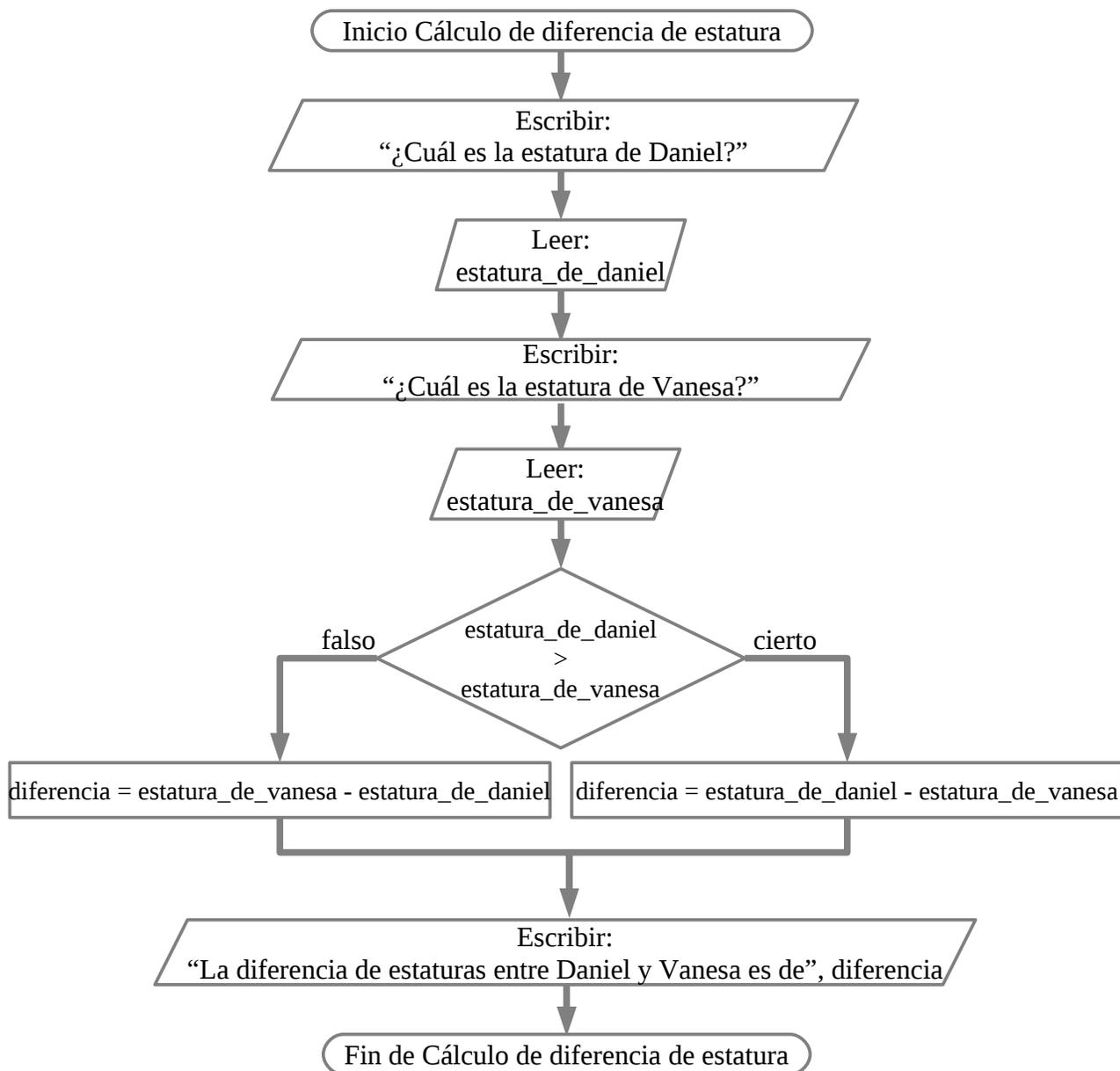
Un bloque de bifurcación podría ser del tipo en que hay un posible camino a tomar, o sea que si hay acciones para cuando la pregunta es cierta:



En caso de existir dos posibles caminos, es decir, acciones para la respuesta cierta y acciones para la respuesta falsa, se tiene la figura que permite representar este comportamiento:



Las condiciones permiten que el algoritmo tome un camino diferente ante una situación muy particular. Ejemplo: Se necesita identificar la diferencia de estaturas entre Daniel y Vanesa, para lo que se construye la siguiente secuencia de pasos:



La interpretación es la siguiente:

1. Inicia el algoritmo: cálculo de diferencia de estatura.
2. Se tiene que escribir el texto con la pregunta “¿Cuál es la medida de la estatura de Daniel?”.
3. Se lee el valor de la estatura de Daniel y se guarda en la variable *estatura\_de\_daniel*.
4. Se tiene que escribir el texto con la pregunta “¿Cuál es la medida de la estatura de Vanesa?”.
5. Se lee el valor de la estatura de Vanesa y se guarda en la variable *estatura\_de\_vanesa*.
6. Se pregunta mediante una condición, ¿Es el contenido de la variable *estatura\_de\_daniel* mayor que el contenido de la variable *estatura\_de\_vanesa*?
  1. Si el contenido de la variable *estatura\_de\_daniel* SÍ es mayor que el contenido de la variable *estatura\_de\_vanesa*, se seguirá este conjunto de instrucciones:

Se almacena en la variable *diferencia* el valor de restar al contenido de la variable *estatura\_de\_daniel* el contenido de la variable *estatura\_de\_vanesa*.
  2. Si el contenido de la variable *estatura\_de\_daniel* NO es mayor que el contenido de la variable *estatura\_de\_vanesa*, se seguirá este diferente conjunto de instrucciones:

Se almacena en la variable *diferencia* el valor de restar al contenido de la variable *estatura\_de\_vanesa* el contenido de la variable *estatura\_de\_daniel*.
7. Se escribe el texto “La diferencia de estaturas entre Daniel y Vanesa es de” y el contenido de la *variable* *diferencia*.

En el ejemplo anterior la condición fue ocupada para que el resultado de la diferencia no se mostrara como un valor negativo, pues al sustraer un valor mayor de un valor menor el resultado de la operación sería menor a cero. La operación para encontrar la diferencia es realizada de tal forma que siempre el valor menor sea sustraído del valor mayor, dando un resultado con valor positivo.

Las condiciones pueden ser preguntas complejas, y se pueden unir junto a otras para hacer una pregunta completa. Para unir una pregunta con otra se usan operadores especiales, llamados “Y”, “O” y “NO”.

Se usan de la siguiente forma:

- <condición 1> **Y** <condición 2>
  - ¿Es mayor que Verónica **Y** menor que Sebastián?
- <condición 1> **O** <condición 2>
  - ¿Se va a servir pollo **O** se va a servir carne?
- **NO** <condición>
  - ¿La camisa **NO** es de color azul?

Su comportamiento se explica en las tablas siguientes:

Tabla de Y	
Falso Y Falso	Falso
Falso Y Cierto	Falso
Cierto Y Falso	Falso
Cierto Y Cierto	Cierto

Tabla de O	
Falso O Falso	Falso
Falso O Cierto	Cierto
Cierto O Falso	Cierto
Cierto O Cierto	Cierto

Tabla de NO	
NO Falso	Cierto
NO Cierto	Falso

A partir de esto se pueden hacer uniones de condiciones, como por ejemplo:

- 5 mayor que 3 Y 4 menor que 2.
- variable\_1 igual a variable\_2 O variable\_1 igual a “texto parecido”.
- NO ( medida\_x diferente de medida\_y O medida\_x diferente de medida\_z ).

Se debe tener bien claro la formulación de la pregunta (condición) porque puede darse la negación de la negación y obtener un resultado inesperado.

### 9.6.5.1 ¿Qué es la negación de la negación?

Para entender esto, hay que tener claro que es diferente la forma común de hablar a la forma de programar. Los modismos y coloquios pueden confundir a las personas. Es habitual que en una casa al llegar un visitante se pregunte de la siguiente manera: “¿No quiere agua?”. Ante esa pregunta, la respuesta “sí” implicaría estrictamente que sí “No quiere agua”, o simplemente “no quiere agua”; la respuesta “no” implicaría que no “No quiere agua”, o simplemente “sí quiere agua”.

Reconstrucción paso a paso con otro ejemplo:

**Paso 1:**

Se tiene la condición:

- 5 es mayor que 3 (Cierto)

**Paso 2:**

Si se le antepone la operación NO, se vería así:

- NO ( 5 es mayor que 3 ).
  - Respuesta: NO ( Cierto ).
  - Respuesta: Falso.

Se aprecia cómo al ponerle un NO a una condición cierta, ésta se vuelve Falsa (como se indica en las tablas anteriores).

**Paso 3:**

Ahora se agrega un NO adicional al caso anterior:

- NO ( NO ( 5 es mayor que 3 ) ).



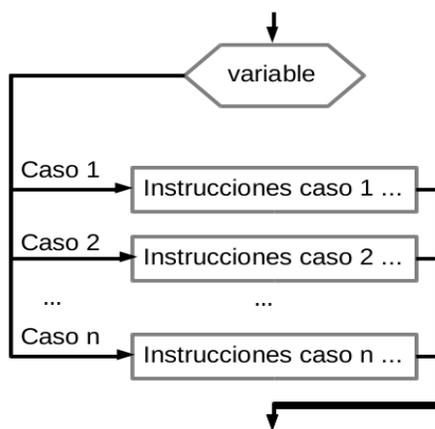
**PROHIBIDO  
PROHIBIR**

- Respuesta: NO ( NO ( Cierto ) ).
- Respuesta: NO ( Falso ).
- Respuesta: Cierto.

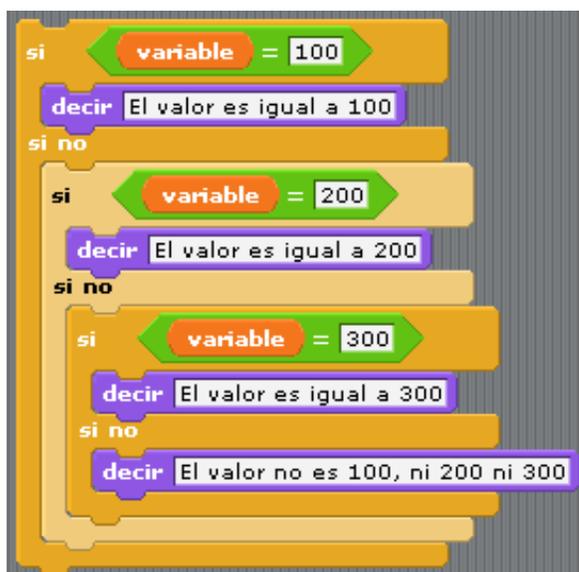
Este es un ejemplo de la negación (Paso 3) de una negación (Paso 2). Al final del último paso, la respuesta se mantuvo constante. De acá que la negación de una negación es una afirmación: el paso 2 más el paso 3 se pueden sustituir por una afirmación del resultado en el paso 1.

### 9.6.6 ¿Cómo se puede tomar uno de diferentes caminos?

En ocasiones se presentan situaciones donde se tiene que elegir entre más de dos posibles acciones a realizar dependiendo de un factor previo. Cuando esto ocurre se utiliza un elemento al que se le denomina “selección de casos”. Su símbolo es un hexágono alargado por su horizonte, como la siguiente figura:



La figura selección de caso no tiene representación, es por eso que se ocupan bifurcaciones anidadas, pudiendo ser un ejemplo:



En esta imagen con bifurcaciones anidadas, primero se compara si la *variable* es igual al valor 100. De ser así, se imprime “El valor es igual a 100”. En caso contrario, se evalúa si la variable es igual a 200, y nuevamente se muestra un mensaje en caso de ser positivo y se hace otra comparación en caso contrario: si la variable es igual a 300. De esta forma, se tiene la capacidad de seleccionar más de 2 caminos posibles. Como se puede apreciar, cada nuevo camino requiere de una nueva condición anidada.

**Ejemplo:**

Una familia desea ir a la playa, para lo cual se tiene un vehículo con cierta cantidad de gasolina medida en galones. El carro les permite desplazarse un número determinado de kilómetros por cada galón de gasolina que consume. Para escoger a qué playa ir, tienen que tomar en cuenta que no se cargará el carro con más gasolina y que hay que hacer el viaje “redondo” o completo (ir y regresar). Desde el punto de partida hay 5 Km hasta Conchalío, 9 Km hasta Metalío, 22 Km hasta Costa del Sol y 45 Km hasta la Pirraya. Como a la familia le gustan los paseos largos, desean ir al lugar más lejano posible.



CAMINO A LA PLAYA	
CONCHALIO	5
METALIO	9
COSTA DEL SOL	22
LA PIRRAYA	45

Para encontrar el destino adecuado por medio de un algoritmo, habrá que analizar la situación a detalle:

Datos a introducir:

- Cantidad de gasolina en el tanque del carro.
- Cantidad de kilómetros que recorre consumiendo un galón de gasolina.

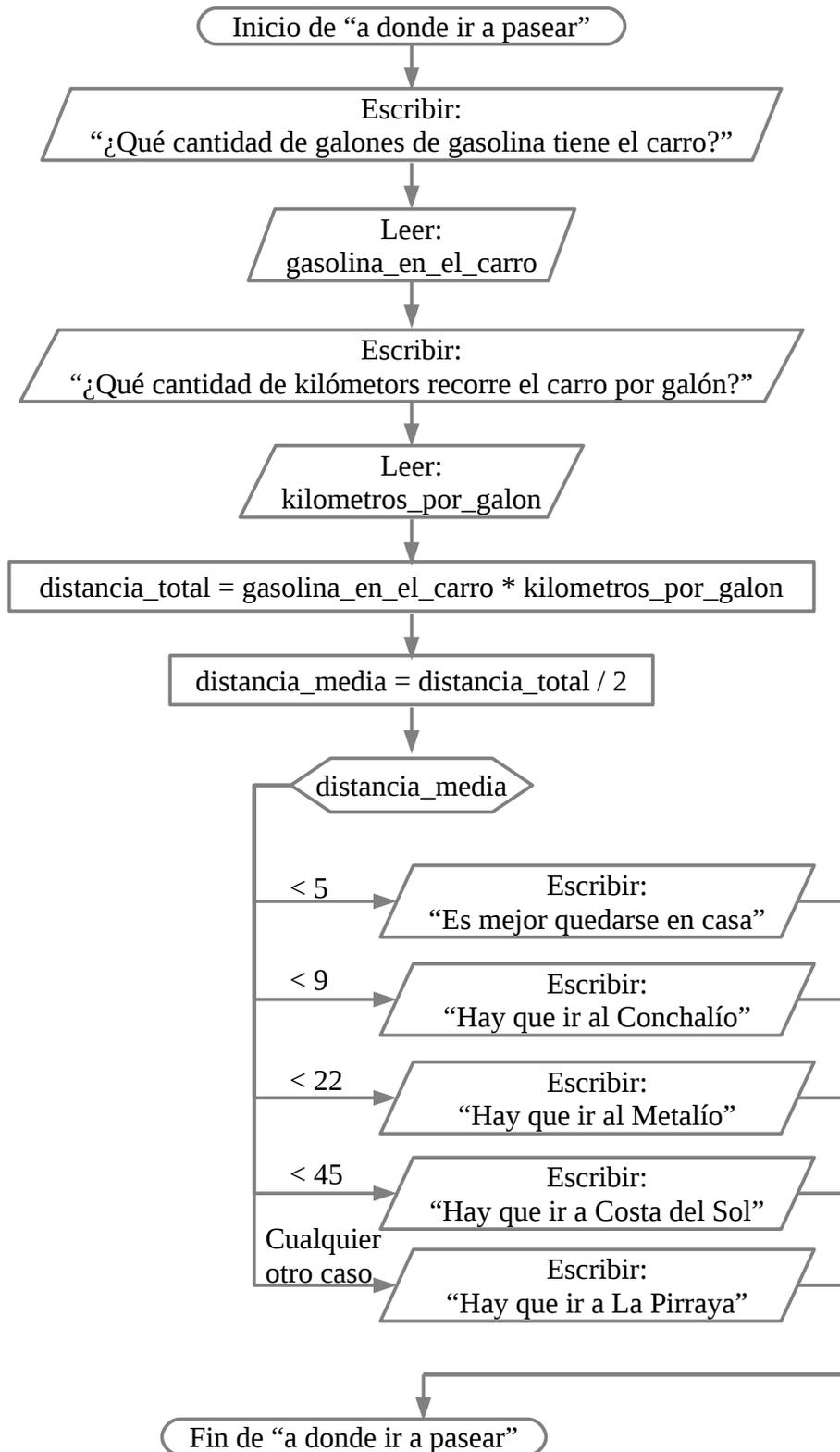
Dato que se espera brinde el algoritmo:

- Playa que conviene visitar para disfrutar de un paseo largo y que alcance la gasolina para la ida y la vuelta.

Dato que se debe calcular:

- Cantidad de kilómetros que se pueden recorrer con la gasolina existente en el carro.
- Mitad de la cantidad de kilómetros que se pueden recorrer con la cantidad de gasolina existente en el carro, puesto que se ocupa la mitad para ir y la otra mitad para retornar.

El diagrama de flujo sería el siguiente:

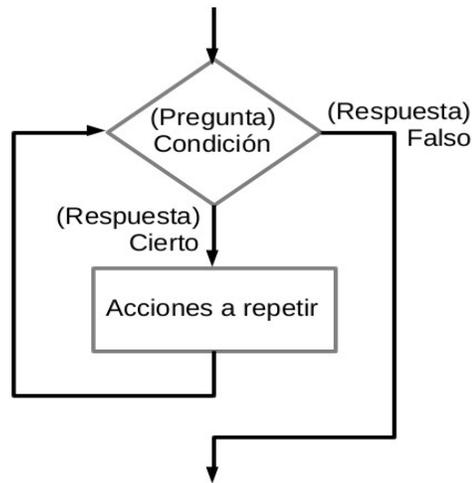


La interpretación del flujograma es simple:

1. Inicio del algoritmo “adónde ir a pasear”.
2. Solicitar un dato mostrando el mensaje “¿Qué cantidad de galones de gasolina tiene el carro?”.
3. Leer el dato almacenarlo temporalmente en la variable gasolina\_en\_el\_carro (de tipo numérico).
4. Solicitar un dato mostrando el mensaje “¿Qué cantidad de kilómetros recorre el carro con un galón?”.
5. Leer el dato almacenarlo temporalmente en la variable kilometros\_por\_galon (de tipo numérico).
6. Se almacena el cálculo de la multiplicación de gasolina\_en\_el\_carro \* gasolina\_en\_el\_carro en la variable distancia\_total.
7. Se calcula la distancia de ida y de regreso posible dividiendo en dos la variable distancia\_total y almacenándola en distancia\_media (de tipo numérico).
8. Se selecciona la variable distancia\_media para elegir una de las acciones a ejecutar según sea el resultado de comparar su valor con las distancias a las playas.
  1. Si la variable distancia\_media es  $< 5$  realizar lo siguiente:
    1. Mostrar el mensaje “Es mejor quedarse en casa”.
  2. Si la variable distancia\_media es  $< 9$  realizar lo siguiente:
    1. Mostrar el mensaje “Hay que ir al Conchalío”.
  3. Si la variable distancia\_media es  $< 22$  realizar lo siguiente:
    1. Mostrar el mensaje “Hay que ir al Metalío”.
  4. Si la variable distancia\_media es  $< 45$  realizar lo siguiente:
    1. Mostrar el mensaje “Hay que ir a Costa del Sol”.
  5. Si la no se cumple ningún caso anterior variable es porque la variable distancia\_media es mucho mayor y se puede ir al lugar más lejano, por lo tanto realizará lo siguiente:
    1. Mostrar el mensaje “Hay que ir a la Pirraya”.
9. Se finaliza el algoritmo “adónde ir a pasear”.

### **9.6.7 ¿Qué se debe hacer para repetir pasos comunes?**

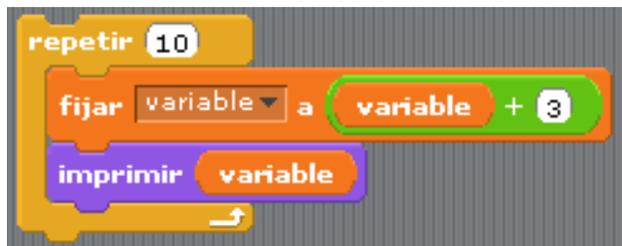
Cuando se deba repetir una acción para terminar la tarea, no es necesario escribir varias veces los mismos pasos. Por medio de líneas de flujo se puede especificar que el paso siguiente es uno anterior, retrocediendo la secuencia lógica del algoritmo. Se utiliza una figura de rombo (igual que las decisiones) que indica la condición bajo la cual se repetirá o no un conjunto de instrucciones. A esto se le llama lazo o bucle.



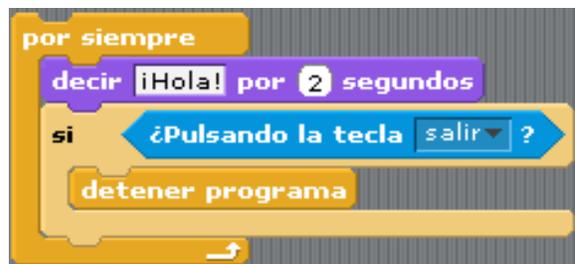
Un bucle o ciclo repetitivo de ejecución de acciones puede tener variantes especiales contempladas en Scratch. Una es cuando se tiene un conjunto de acciones que se repetirán a partir de una condicionante:



También está la posibilidad de que el conjunto de acciones se repita un numero finito de veces, para lo que se usa el bucle especial:

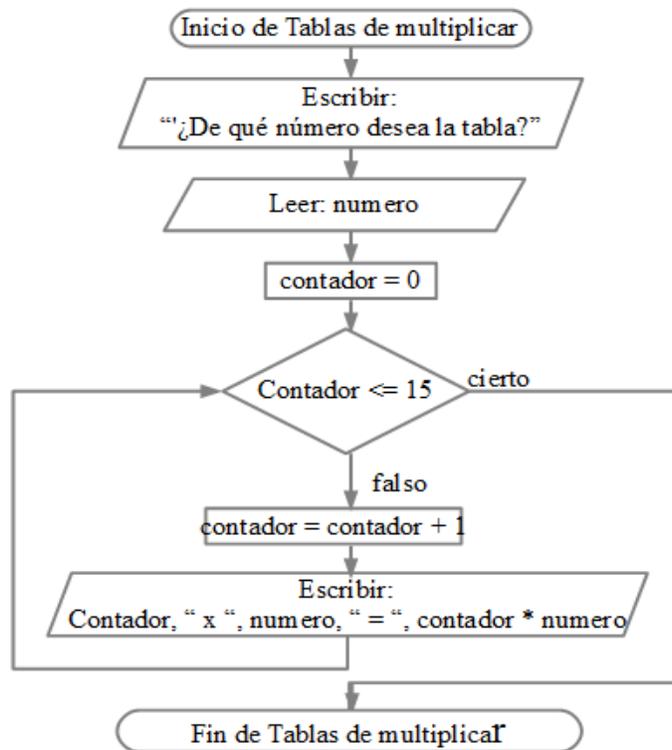


Y existe una posibilidad de establecer un conjunto de instrucciones que se ejecutarán indefinidamente, llamado *por siempre* o *infinito*:



Ejemplo:

Para la elaboración de una tabla de multiplicar de un número cualquiera, se tiene que escribir el número, el signo de multiplicar, el número a multiplicar, el signo de igualdad, y el resultado. Por ejemplo, si la tabla es del siete habrá que imprimir  $7 \times 1 = 7$ ,  $7 \times 2 = 14$ ,  $7 \times 3 = 21$  y así hasta llegar al último multiplicador que se desee. Supongamos que se desea obtener los primeros 15 resultados de la tabla. En un diagrama de flujo, esto se traduce a lo siguiente:



El diagrama de flujo se interpreta de la siguiente forma:

1. Inicia el algoritmo “Tablas de multiplicar”
2. Se solicita la escritura del texto “Introduzca el número del que desea crear la tabla de multiplicar: ”.
3. Luego se lee el dato de un número y se almacena en la variable número.
4. Se asigna el valor de 0 a una variable llamada contador.
5. Inicia un ciclo repetitivo (lazo o bucle), en el cual por cada repetición que haga hará una pregunta ¿El contenido de la variable contador es menor o igual que quince? Sí la respuesta es cierta, significa que el valor del contenido de la variable contador es menor o igual a 15 y este bucle ejecutará las acciones siguientes:
  1. Esta acción es un proceso que se llama incremento en uno. A la variable contador se le reasigna el valor que antes contenía la variable contador (ella misma) y se le suma uno.

2. Se indica que escriba una serie de valores, que construyen la tabla, dependiendo de cuánto valga en su momento. La separación por comas indica que imprimirá en la misma línea los datos siguientes:  
El valor de la variable contador, un texto " X " para simular el símbolo de multiplicación, la variable número, el texto con el símbolo " = ", y, para obtener el resultado de la multiplicación (puede realizarse en este paso), el resultado de la multiplicación.
6. El bucle se repetirá mientras la variable contador almacene un valor menor o igual a 15. Cuando esta variable sea igual a 16, se llega a la instrucción de fin del algoritmo "Tablas de multiplicar".

### **9.6.8 Actividad 2 - Dibujando pasos, incursión a los algoritmos.**

#### **Dinámica de actividad**

**Objetivos :** Expresar de manera gráfica algoritmos escritos, utilizando los símbolos comunes de los diagramas de flujo.

Seguir secuencias sencillas de diagramas de flujo dibujados para realizar dinámicas en grupos.

**Metodología :** A partir de la actividad 1, expresar la misma descripción con las figuras de un diagrama de flujo, utilizando figuras de papel en un lugar visible, de manera que se construya entre todos.

**Actividad :** Hacer parejas con los demás participantes.  
Intercambiar las descripciones previas de las actividades descritas.  
Dibujar el flujograma de la actividad descrita de su compañero en el ejercicio anterior (Actividad 1).  
Devolverse la actividad y el flujograma.  
Pedir a su compañero que describa su flujograma.

**Recursos :** Lápiz, papel, pizarra, figuras de papel de formas de flujograma, plumón o tiza, mucha elocuencia

**Tiempo :** 1 hora

### **9.7 ¿Qué pasos se deben seguir para hacer un programa?**

Existen varios métodos para elaborar un programa. Acá se presenta el más sencillo, aunque puede ser ampliado a detalle para obtener un mejor resultado.

### **9.7.1 Primer paso: Observación**

El primer paso es observar para poder describir con palabras la situación. Esa descripción es la que se traducirá luego a un algoritmo.

Lo que se debe de observar son todos los elementos que están involucrados en la resolución de problemas. Es conveniente hacer una lista de todas las variables que se utilizarán y todas las alternativas a las que se tendrá que enfrentar el algoritmo. Contemplar todas las opciones permitirá hacer un programa más robusto a errores. En el caso del viaje a la playa, por ejemplo, si no se considera que la gasolina tiene que alcanzar para el viaje de ida y para el viaje de vuelta, se obtendrá un resultado que dejará a la familia varada en medio del camino de regreso a casa.

En esta etapa se establece también las condiciones iniciales (como cuánta gasolina dispone el tanque del carro, que hay que ir lo más lejos posible) y el resultado al que se debe llegar, definiendo bien la tarea que se quiere llevar a cabo.

### **9.7.2 Segundo paso: Dibujo de Flujograma**

Como segundo paso se debe crear el algoritmo de la situación que se observó. Para ello se utilizará el método aprendido de flujogramas como la secuencia de pasos a realizar. Para situaciones complejas, puede ser conveniente escribir primero el algoritmo y luego pasarlo a representación gráfica, para evitar posibles errores inherentes al proceso de pensar mientras se dibuja.

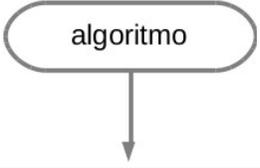
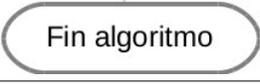
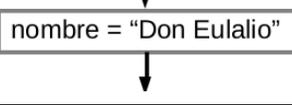
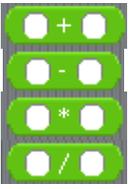
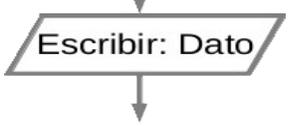
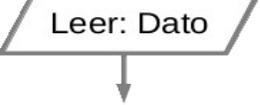
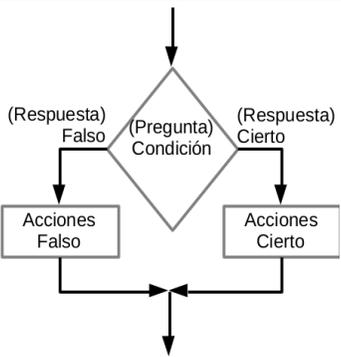
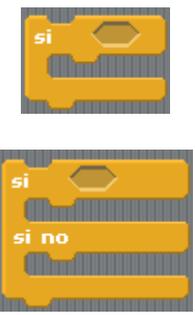
El resultado de esta etapa tendrá que contemplar todas las alternativas previstas en la observación, y usar todas las variables estipuladas. En el desarrollo del flujograma puede surgir la necesidad de incorporar nuevos elementos no previstos en la observación, lo que indicará que el proceso de observación fue pobre. Sin embargo, no representa un problema real para la programación si se corrige y se agregan los elementos faltantes.

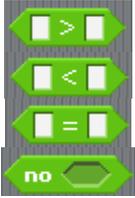
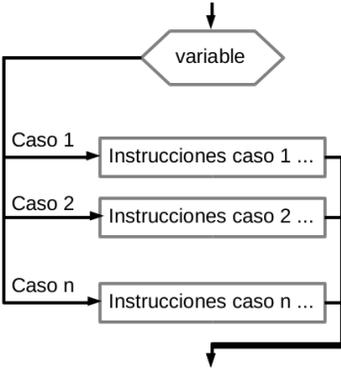
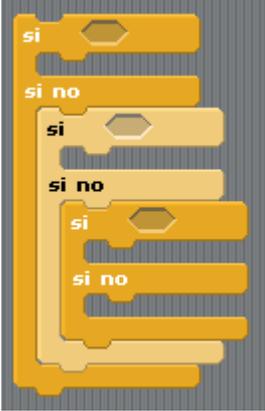
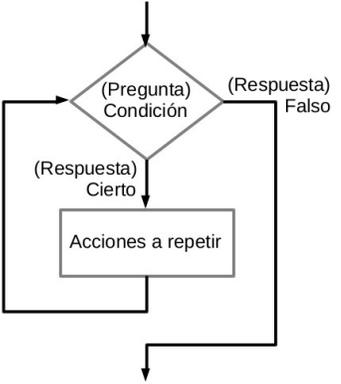
### **9.7.3 Tercer paso: Creación del código**

En este punto se necesita conocer en qué lenguaje de programación se desarrollará el programa. El algoritmo de la etapa anterior facilita este proceso, puesto que se trata de traducir las figuras a instrucciones particulares de cada lenguaje.

Como ya se mencionó anteriormente, existen muchas opciones de lenguajes para programar, cada una con sus respectivas ventajas y desventajas. Así, podemos encontrar lenguajes como C++, C, java, Python, Arduino, Scratch, etc. Este último es también una herramienta educativa para enseñar a programar, por lo que se han realizado variaciones del mismo con el fin de trabajar con otros elementos, como los productos de Lego.

Python es un lenguaje adecuado para empezar a programar, pues posee una sintaxis sencilla y permite usar características avanzadas. A continuación se presenta un resumen de las instrucciones en los lenguajes de programación Enchanting y Python, asociadas a los símbolos de los diagramas de flujo:

No	Figura	Sentencia en el programa Enchanting	Instrucción en el lenguaje de programación Python
1			# Inicio de programa
2			# Fin del programa
3			variable = 50 nombre = "Don Eulalio"
4	Operaciones: a + b a - b a * b a / b		a + b a - b a * b a / b
5			print "Hola" print variable
6		Lee valores a través de los sensores que se tengan disponibles: 	dato = raw_input()
7			if variable < 30 : print "cierto"  if variable == 50 : print "cierto" else : print "falso"

No	Figura	Sentencia en el programa Enchanting	Instrucción en el lenguaje de programación Python
8	Preguntas comunes $a > b$ $a < b$ $a = b$ no <pregunta>		$a > b$ $a < b$ $a == b$ not ( a > b )
9		No existe esta estructura; pero puede anidarse una condición para resolverlo, realizando comparaciones en cada una. 	<pre>                     if variable == 50 :                         print "variable es 50"                     elif variable == 40 :                         print "variable es 40"                     elif variable == 30 :                         print "variable es 30"                     elif variable == 20 :                         print "variable es 20"                     else :                         print "variable no es"                 </pre>
10			$a = 10$ <pre>                     while a &gt; 0 :                         print a                         a = a - 1                 </pre>

### **9.7.3.1 Ejercicio guiado.**

Se plantea el siguiente problema: desarrollar un programa para que un carro avance en una dirección (hacia adelante) y retorne al encontrar un obstáculo.

Para construir el carro se necesitará un motor y un sensor de contacto (para detectar el obstáculo), junto con las demás piezas que formarán la carrocería. El docente es libre de diseñar su propio carro con los elementos que desee. Sin embargo, se recomienda usar los que se facilitan en el kit de Lego, pues este ejercicio se desarrolla con este equipo.

Primero se describe el problema:

1. Al encender el robot, caminará hacia adelante.
2. Si el robot encuentra un objeto, deberá parar el motor y caminar hacia atrás.

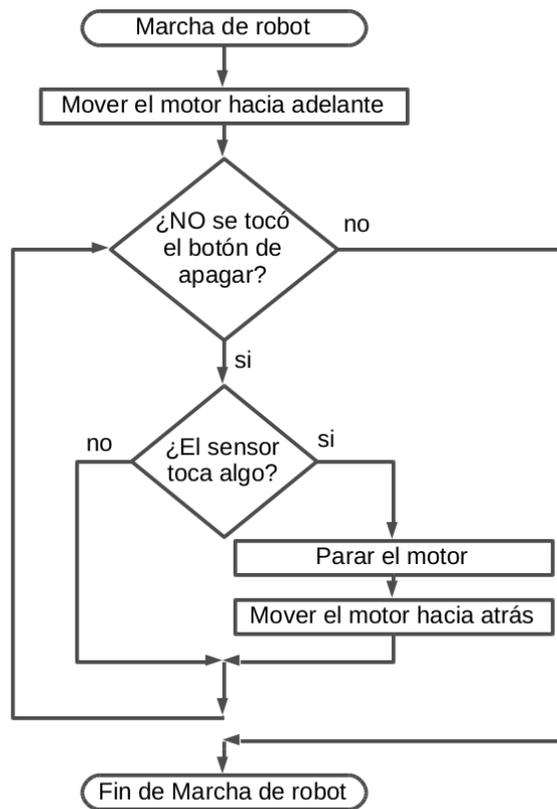
¿Cómo deberá quedar el programa en Enchanting? Siguiendo los pasos para programar:

1. Observación.
  1. Serán necesarios:
    1. Un robot con un motor y un sensor de toque
    2. Una computadora con Enchanting
  2. Habrá que hacer la siguiente pregunta repetidas veces: ¿se ha encontrado algún objeto?
2. Dibujo del flujograma
  1. Dado que este problema requiere no sólo de programación, sino también de la construcción del robot, será importante idear el diseño del mismo. Se puede hacer primero en dibujo o saltar a la construcción directamente:



Robot construido para el ejercicio.

2. El diagrama de flujo (el algoritmo) será lo siguiente a dibujar:



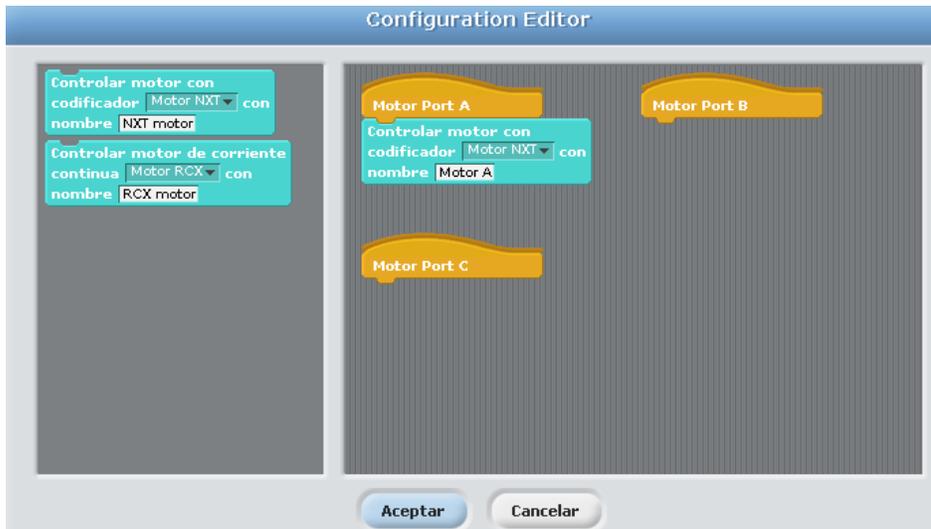
3. Creación del código:

En esta parte se conecta el robot a la computadora para transferirle el programa que lo hará funcionar. En este ejercicio, se usará el Software Enchanting, que puede ser encontrado en la página oficial <http://enchanting.robotclub.ab.ca/tiki-index.php>.

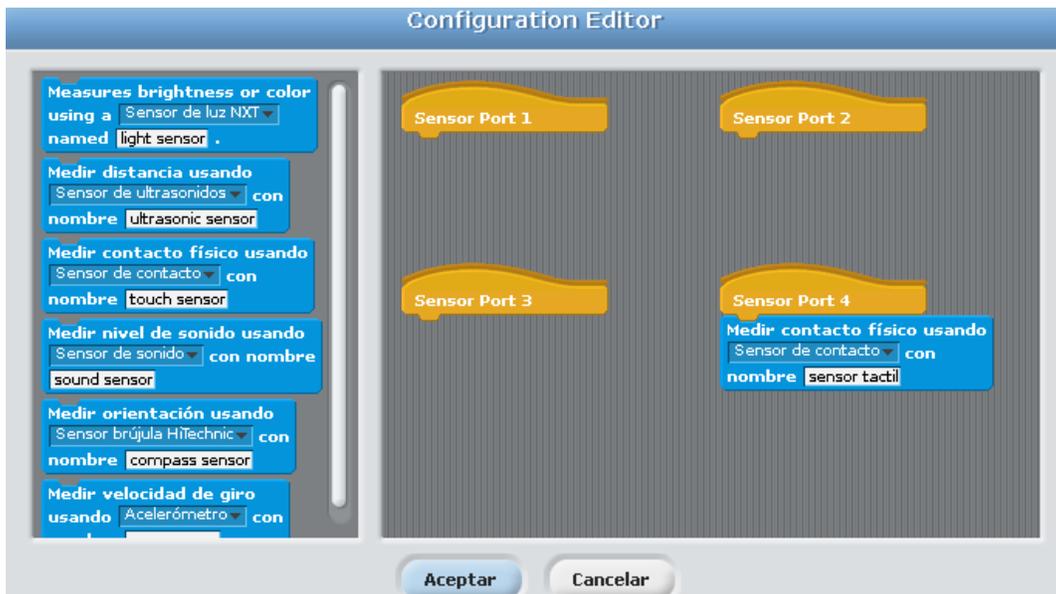
Desarrollo paso a paso:

1. Abrir el programa Enchanting.
2. Configurar el motor y el sensor

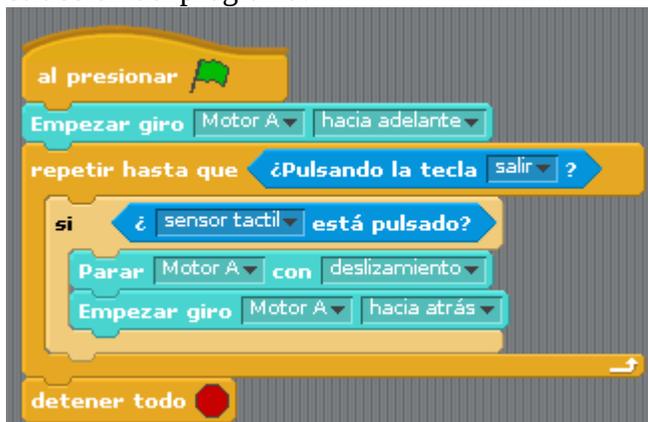
1. Configurar motor: establecer conexión del motor en el puerto A



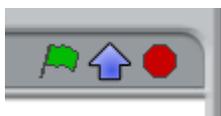
2. Configurar sensor táctil: establecer conexión del motor en el puerto 4:



3. Construcción del programa:



4. Ahora se Conecta el robot a la computadora y se le carga el programa, presionando el botón de la bandera verde en la esquina superior derecha de la ventana.



5. Luego de esto, el robot estará listo para empezar a caminar.

### **9.7.3.2 Mejorando el programa.**

Una vez finalizado el producto, es buena práctica buscar la manera de mejorarlo. Esto no siempre significa añadir detalles, sino hacerlo más eficiente o que tenga mas características para quienes lo usarán. De eso dependerá si el programa deberá crecer con instrucciones o deberá disminuirse para ahorrar recursos. Las buenas prácticas de programación sólo se logran con práctica y con lectura a profundidad del lenguaje de programación -y la herramienta de software-seleccionados.

### **9.7.3.3 Compartiendo el código fuente**

Compartir con todos lo que se ha creado hará que el esfuerzo valga más la pena. Las demás personas que vean el código podrán hacer que el programa crezca y se mejore, brindando la oportunidad de generar nuevas ideas a partir del mismo. Sus creadores se benefician con los cambios y los que lo usan se benefician con su utilidad a la hora de resolver tareas.

Se recomienda leer y conocer acerca de la Filosofía del Software Libre para ser partícipe de este movimiento que busca el bienestar común a través de la éticas del software, respetando los derechos de las personas que los comparten y desarrollan a nivel mundial.

### 9.7.4 Actividad 3 - Hablando en otro lenguaje.

#### Hablando en otro lenguaje.

**Objetivos :** 1. Desarrollo de ejercicios básicos de programación siguiendo buenas prácticas en la creación de programas.

**Metodología :** Haciendo grupos de tres integrantes, elaborar un robot con un sensor diferente en cada grupo y crear una aplicación para el mismo.

**Actividad :**

1. Hacer tríos con los demás participantes
2. Diseñar el flujograma
3. Construir el robot
4. Crear el programa
5. Cargar el programa en el robot.

**Recursos :** Lápiz, papel, computadora, software Enchanting, mucha dedicación.

**Tiempo :** 2 horas

# 10 MÓDULO VI - "ROBOTS COOPERATIVOS E INDUSTRIALES"



### **10.1 Propósito**

Introducir los conceptos de Robótica Cooperativa y Robótica Industrial como parte del proceso de identificación de los robots y conocer cómo tienen incidencia en el entorno.

### **10.2 Descripción**

Los participantes comprenderán la comunicación entre robots, conociendo brevemente acerca de la robótica cooperativa. Se hablará también sobre otra área en la que los robots están teniendo gran impacto, explorando el mundo de la robótica industrial. Por medio de las actividades propuestas, los docentes podrán familiarizarse con los nuevos conceptos para un mejor entendimiento.

### **10.3 Resumen de actividades**

Actividad 1: Los roles mágicos

Actividad 2: Guía de montajes

#### **10.3.1 Actividad 1 – Los roles mágicos**

##### **Dinámica de trabajo**

**Objetivo :** Desarrollar la imaginación, comunicación y la interacción grupal en un ambiente lúdico.

**Descripción :** En esta actividad cada persona empezará con un determinado número de palabras. Conforme vaya avanzando la dinámica, se irán formando grupos cada vez más numerosos, para compartir entre todos las palabras de las que disponen y crear frases relacionadas con la tecnología y la educación. La actividad finaliza cuando se hayan elaborado las frases con todas las palabras disponibles en los equipos. Se pueden auxiliar de artículos o verbos si es necesario para complementar las oraciones.

**Procedimiento :** El coordinador dice lentamente y haciendo resaltar mucho sus palabras: “Soy un mago, y con mi magia les voy a arrebatar todas las palabras. Pero como me siento generoso puedo devolverles cuatro palabras a cada uno; pueden elegir esas cuatro palabras, que serán las únicas que podrán utilizar de ahora en adelante. Búsquenlas con esmero”.

A continuación reparte papeles y lápices para que todos escriban sus palabras. El mago continúa diciendo: “Busquen un compañero o compañera. Pueden comunicarse con él utilizando sólo las cuatro palabras, y gestos.” Aquí se deja

### **Dinámica de trabajo**

un espacio de tiempo para que los participantes se comuniquen. “A partir de ahora, como sigo sintiéndome generoso pueden utilizar sus cuatro palabras y las cuatro de su compañero o compañera”.

“Ahora busquen otro compañero o compañera y comuníquense con esas ocho palabras”. Los participantes irán anotando las nuevas palabras en su papel. Se comunicarán con ellas.

El mago repetirá la operación hasta que todo el grupo haya hablado entre sí (si son muchos, basta con repetirlo cuatro o cinco veces).

Una forma interesante de finalizar es que cada participante escriba una anécdota con todas sus palabras. Esta anécdota puede compartirse con el grupo, aplaudiendo entre todos y haciendo mucho jolgorio tras cada intervención. Estas palabras pueden ser los roles que necesita poner en práctica para lo que desea, haciendo modificaciones al final “qué trabajo desempeña cada rol”

**Recursos :** Papel, Lápices, Bolígrafos.

**Tiempo :** 45 minutos

## **10.4 Robótica Cooperativa**

La robótica cooperativa es un área de la robótica encargada del análisis, estudio y ejecución de tareas por medio de un conjunto de robots que trabajan de forma coordinada. Para esto es necesario establecer un nivel de comunicación entre todos los robots involucrados, ya que sin ella no podría existir la cooperación.

### **10.4.1 Robots y Trabajo Cooperativo.**

Dentro de una empresa, los empleados se organizan en distintos puestos en los que realizan tareas diferentes, pero persiguen el mismo fin (la misión empresarial). Cada trabajador se especializa en un espacio concreto y esto les permite formar una sociedad más competente. Es por eso que dentro de una organización se encontrarán ingenieros, arquitectos, médicos, licenciados, etc. Marvin Minsky, citado por Guillermo Choque en su artículo Robótica Cooperativa (2012), propuso la idea de que la inteligencia se consigue como una sociedad de agentes que interactúan entre sí, formando un comportamiento global. “La base de su argumento es que la mente no es una única entidad monolítica, sino que está formada por la sociedad de agentes especializados en tareas específicas”, menciona Choque. Al igual que con los humanos, cuando cada robot dentro de un conjunto realiza una tarea por separado, formando un sistema distribuido, el resultado es un comportamiento más eficiente y con mayor capacidad.

Los sistemas distribuidos de robots presentan un gran número de ventajas en comparación a la funcionalidad de un solo robot. Estas ventajas son:

1. Con más de un robot, se pueden realizar algunas tareas que para un solo robot sería imposible o muy complicada. Por ejemplo, en las fábricas de ensamblaje de carros, uno de los pasos importantes es la pintura de la carrocería. La forma heterogénea de las estructuras hacen necesario el uso de por lo menos dos brazos robóticos estacionarios (ubicados en diferentes extremos).
2. Utilizar más robots permite el uso del paralelismo<sup>69</sup>, aumentando la eficiencia y efectividad. Un grupo grande de robots puede abarcar más terreno en un proceso de exploración, y con un proceso eficiente de comunicación se puede unificar el mapa construido.
3. La fabricación de muchos robots simples es más barata y sencilla, lo cual a su vez amplía las posibilidades de actividades. Un robot estacionario colocado en lo alto puede trabajar en conjunto con dos robots móviles para el transporte de cajas. Si se quiere hacer esta tarea con un único robot, su diseño será complejo y no tendrá el beneficio de una visión aérea del terreno.
4. El uso de múltiples agentes es menos sensible a fallas. La robustez de un sistema con varios robots se debe a que si uno falla, estarán los demás para retomar el curso del trabajo (en la mayoría de los casos). De la misma forma, la exactitud de medidas de variables ambientales puede mejorar cuando la medición es realizada por más de un agente, asignándole un coeficiente de confianza a cada uno dependiendo de factores internos al sistema.

Los sistemas cooperativos de robots se pueden diferenciar en tres familias o niveles (Agüero et al, 2009)<sup>70</sup>:

1. Sistemas multi-sensoriales: cuando se involucra a más de un sensor y todos los agentes comparten la información. Un ejemplo claro es la determinación de distancias a objetos: se puede usar una combinación de sensor ultrasónico y sensor láser. Si el resultado de la medición para el sensor ultrasónico es de 20 centímetros y el del láser es de 22 centímetros, se le dará mayor prioridad al primer sensor por funcionar con mayor exactitud en distancias cortas. Interpolando los datos, se concluiría que la distancia real es 20.2 centímetros si se le da una confianza del 90% al ultrasónico.
2. Sistemas con actuadores<sup>71</sup> múltiples: incluyen la posibilidad de manipular varios actuadores dentro de un mismo robot. El ejemplo más claro es el de la locomoción articulada (con patas). El robot humanoide NAO, de Aldebaran Robotics, tiene locomoción bípeda y tiene manos capaces de agarrar objetos pequeños. En un escenario en el que el robot deba que caminar de un punto A a un punto B, *sujetar* un artículo y decir por medio de una bocina “He sujetado el objeto color rojo”, intervienen varios actuadores en la realización de la tarea.
3. Sistema de robots independientes: los robots forman un equipo de trabajo que recibe el nombre de enjambre en caso de ser muy numerosos. Los robots que participan en torneos de fútbol, por ejemplo, trabajan de forma independiente pero siguen un mismo fin: meter gol y evitar que les anoten uno.

---

69 Realizar dos o más tareas de forma simultánea.

70 <http://gsyc.esct.urjc.es/~caguero/pubs/robocity-surveyCoord.pdf>

71 Un “actuador” es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo de el origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”, citado en: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>, enero 2013.

Como observación importante, se debe destacar que la comunicación entre los robots es la que permite que la coordinación y cooperación se manifieste. Cuando dos o más elementos quieren acceder a recursos compartidos (en este caso los canales de comunicación), ocurren los conflictos y las interferencias. Por ello es necesaria la construcción de mecanismos que permitan detectar y corregir este tipo de inconvenientes, a nivel de hardware o de software.

#### **10.4.2 Tipos de control en robots cooperativos**

Según el tipo de control, los sistemas de robots cooperativos pueden clasificarse de la siguiente forma (De Santiago, 2006):

- **Control Centralizado:** se da cuando varios robots dependen de una unidad central. Los robots obtienen datos de sus sensores y comparten toda la información con esta unidad, que es la encargada de tomar las decisiones. La principal ventaja es que en este sistema la toma de decisiones se hace con base a una gran cantidad de información, por lo que puede ser más precisa. Además, los robots individuales no requieren de una gran capacidad de procesamiento, por lo que pueden llegar a ser muy económicos y eficientes. Una desventaja es que el proceso de compartir información puede saturar los canales y crear colisiones e interferencia, distorsionando los datos. Esto se puede solucionar parcialmente con protocolos más complejos de comunicación o con hardware especializado, lo que conduce a otra desventaja de necesitar equipo especial de comunicación.
- **Control Distribuido:** cuando cada robot decide qué hacer por su propia cuenta, sin recibir órdenes de ningún sistema externo a él. Al reducir los procesos de envío de información se logra mayor velocidad de respuesta. Además, si deja de funcionar un robot o la unidad central, todos los demás pueden seguir trabajando independientemente. No hay que olvidar que siempre existe un proceso de comunicación, porque no deja de ser un sistema cooperativo: simplemente, cada robot se controla por sí mismo.

#### **10.4.3 Tipos de sistemas**

De Santiago (2006) propone una clasificación en función del nivel de comunicación e interacción entre los robots del sistema:

- **Muy acoplados (o colectivos):** Los robots poseen su propia inteligencia y capacidad de comunicación. Además, todos transmiten información a sus compañeros, por lo que la inteligencia toma una dimensión colectiva. Son sistemas poco robustos, por lo que el fallo de un robot durante la cooperación implica el fallo de todo el sistema.
- **Poco acoplados (o manadas):** No hay una inteligencia grupal, sino que cada elemento simplemente sigue unas reglas establecidas. Los robots funcionan independientemente del resto, sin considerar las decisiones de los demás. La comunicación puede limitarse a informar sobre el avance de la actividad o sobre variables que modifican el resultado de interpretar las reglas, pero no al comportamiento general del sistema.

Se recomienda hacer una investigación en internet para buscar robots que trabajen colaborativamente. Para empezar, puede ser de interés para el docente buscar videos sobre los robots e-puck.<sup>72</sup>

#### **10.4.4 Comportamiento animal como base de movimientos en los robots cooperativos**

En los últimos años han surgido nuevas tecnologías que tratan de imitar comportamientos desarrollados con gran efectividad por la naturaleza. Arañas, escarabajos, aves, leopardos, gatos, etc., han abonado a las investigaciones con sus estructuras y formas de desplazarse. Los insectos sociales son capaces de realizar tareas globales basándose en reglas simples de interacción y percepción local (De Santiago, 2006).

Un ejemplo práctico de robots cooperativos se muestra en el siguiente enlace, de Manuel Nieves (2012). En él se explica el funcionamiento de un sistema de robots que trabajan de forma cooperativa basado en el estudio animal, <http://www.abc.es/20120303/ciencia/abci-orquesta-robots-voladores-201203031137.html>.

El sistema intenta imitar el comportamiento de una bandada de pájaros. Cada robot actúa como un “pájaro”. Cada uno está programado para que siga cuatro reglas muy sencillas:

1. Evitar la colisión con los otros robots.
2. Correspondencia de velocidad: Cada robot intentará mantener la misma velocidad que los robots más cercanos.
3. Agrupamiento: Cada robot intentará acercarse a los otros robots sin llegar a colisionar.
4. Velocidad de viaje: la “bandada” de robots, deberá seguir un rumbo y una velocidad constante.

##### **10.4.4.1 Actividad 2 – Guía de montajes**

###### **Dinámica de actividad**

**Objetivo :** Experimentar la construcción de montajes de un robot e identificar áreas de aplicación en la industria.

**Descripción :** Los participantes se involucrarán en la construcción de uno de los modelos de robot propuestos en los manuales del kit Lego. Durante el proceso, se espera que se vayan identificando los conceptos que han sido vistos en el módulo y que se inicie una reflexión sobre la utilización de los robots en la industria, particularmente, del modelo seleccionado. Se tendrá apoyo del manual del kit de robótica.

---

<sup>72</sup> <http://www.e-puck.org/>

### **Dinámica de actividad**

**Procedimiento :** Se organizarán equipos de 4 integrantes, y se asignarán roles de construcción a cada miembro del grupo.

Utilizar la guía de montajes (base motriz, módulo motor, soporte pelota, módulo lámpara, módulo sensor de luz “up”, módulo sensor de luz “down”, módulo sensor de sonido, módulo sensor de tacto, módulo sensor ultrasónico), ésta asignación será dada por el facilitador a cada equipo.

Adicionalmente se experimentará la etapa de programación utilizando el lenguaje de programación Enchanting.

**Recursos :** Kit de robótica, guía de montaje del kit, computadora, programa Enchanting, lápiz y papel

**Tiempo :** 215 minutos

## **10.5 Robótica Industrial**

Existen muchas definiciones sobre la robótica industrial, siendo la más general la que establece que es el diseño y el uso de robots para la ejecución de procesos industriales. Estos robots, de manipulación automática, pueden o no ser reprogramables, sin límite en el número de funciones que desempeñan. De la misma forma, un sistema industrial robotizado engloba a todos aquellos dispositivos que realizan tareas de forma automática en la persecución de un mismo fin.

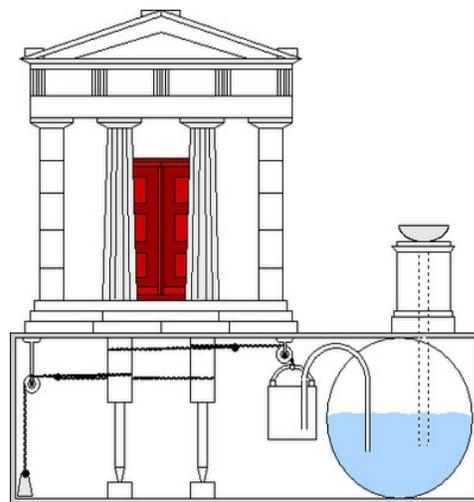
Los robots industriales han tenido un proceso de evolución histórico que se resume en la siguiente lista cronológica:

### **10.5.1 Antecedentes históricos de los robots industriales (Parte I)**

- Herón de Alejandría (Primer siglo antes de Cristo)

Fue un matemático y científico griego. Escribió muchas obras sobre mecánica, matemática y física. Inventó varios instrumentos mecánicos de uso práctico, usando engranajes, vapor, presión, y otros principios físicos, de forma innovadora a su época.

*Ideó un mecanismo que abría las puertas de la iglesia de forma automática. Al encender fuego sobre un depósito subterráneo con agua y aire, este último se calentaba y hacía aumentar la presión. El resultado era un flujo de agua hacia otro recipiente que hacía girar dos engranajes, moviendo así las puertas<sup>73</sup>.*



73 Imagen tomada de la Revista digital para profesionales de la enseñanza, mayo 2010.

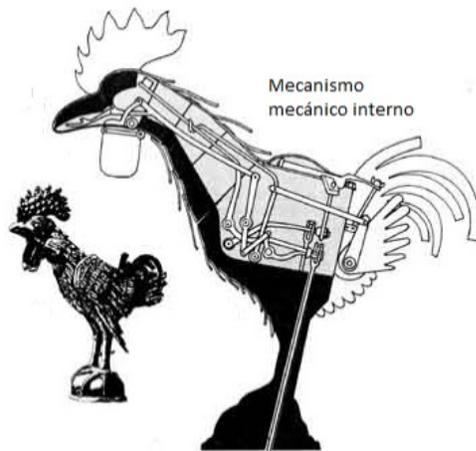
### **10.5.1.1 Edad media**

- Hombre de hierro de Alberto Magno (1204- 1282)

En el siglo XIII, el monje Alberto Magno creó la primer cabeza parlante con vidrio, hierro y cuero. Su discípulo, Santo Tomás de Aquino, la destruyó por considerarla una obra del demonio.

- Gallo de Estrasburgo (1352)

Funcionó desde 1352 hasta 1789. Es el autómata más antiguo que se conserva en la actualidad. Formaba parte del reloj de la catedral de Estrasburgo. Al dar las horas, movía el pico y las alas.



### **10.5.1.2 Renacimiento**

- León Mecánico de Leonardo da Vinci (1499)

Leonardo da Vinci es uno de los grandes inventores de la historia. Además de ser un talentoso pintor, era un fabricante de máquinas autómatas, verdaderos robots mecánicos que sin electricidad eran capaces de moverse por sí solos.

Entre sus creaciones, se encuentra el León mecánico, con un complejo sistema mecánico que le permitía simular el caminar del animal.



*En la actualidad, este mecanismo ha sido reproducido por aficionados y expertos, reviviendo las ideas de Leonardo. Esta imagen fue obtenida de un modelo de ensamblaje en la página de kitClub, sólo maquetas para montar.*

- Hombre de Palo de Juanelo Turriano (1525)

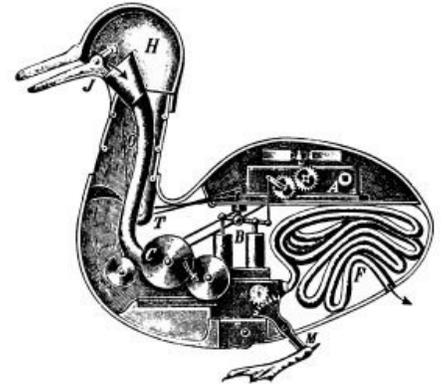
Era una máquina con forma humana, construido de madera, con el fin de recolectar limosnas, y con capacidad para mover piernas y brazos.

## 10.5.2 Antecedentes históricos de robots industriales (Parte II)

### 10.5.2.1 Siglos XVII- XIX

- Jacques Vaucanson (1737)

Creó en 1737 a un muñeco flautista, una figura de tamaño natural de un pastor que tocaba el tambor y la flauta. Tenía un repertorio de doce canciones. Jacques también creó *El tamborilero* y el *Pato con aparato digestivo*, que es considerado su pieza maestra. Este último poseía más de 400 partes móviles, y podía batir sus alas, beber agua, ingerir, digerir grano y excretar granos.



*Pato mecánico de Jacques Vaucanson*

- Autómatas creados por la familia Droz (1770)



*L'Ecrivain, el escritor, es el más complicado de los autómatas de Droz. Sentado en un escritorio, tiene una pluma que se moja en tinta. El robot tiembla ligeramente antes de empezar a dibujar las letras sobre el papel. Esta imagen, junto con la de los otros dos autómatas, se puede encontrar en la página del museo de arte e historia de Neuchâtel, Suiza.*

Fueron construidos por la familia Jaquet-Droz. Tres de ellos se encuentran en el Musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel, Suiza<sup>74</sup>. A este trío de muñecos mecánicos, que hasta el día de hoy siguen en funcionamiento, se les conoce individualmente como «la pianista», «el dibujante» y «el escritor», y fueron construidos entre 1768 y 1774

74 <http://www.mahn.ch/>

- Henri Maillardet (1745-1830).

Creó un autómatas conocido como “ Draughtsman-Writer” (hombre dibujante y escritor), en el siglo XVIII<sup>75</sup>. El robot podía hacer dibujos y escribir versos en francés y en inglés.



*El robot se encuentra en The Franklin Institute. En su sitio web, del cual fue tomada la imagen, se muestran videos del mecanismo en funcionamiento.*

### **10.5.2.2 Siglo XX**

- Ciencia Ficción

Como se mencionó antes, la literatura, el cine y la televisión han sido grandes promotores del desarrollo de la robótica. Dentro de las temáticas, está la incorporación de estas máquinas desempeñando una gran cantidad de roles diferentes. Las novelas de Isaac Asimov son famosas por ser precursoras del género, y por incluir a los robots en las sociedades humanas. Desde naves interestelares, en las películas del espacio; máquinas que controlan una realidad alterna, en *The Matrix* (1999); o como pequeños robots con vida propia, como en la película animada *Robots* (2005), las máquinas autómatas toman tintes industriales.



*Las películas de RoboCop (1987) incorporan la idea de un robot trabajando del lado de la justicia. Aunque el personaje Murphy no deja de “ser humano” a lo largo de la trama, estrictamente es válido afirmar que Robocop es un robot industrial.*

---

75 The Franklin Institute, <http://www.fi.edu>

- El Transistor, el *boom* de la robótica.

Este semiconductor, creado en 1947, es el precursor de la robótica tal y como se conoce en la actualidad. Ha permitido crear unidades de procesamiento complejas a bajo costo, en un espacio físico pequeño (muchos microprocesadores no pasan de 1cm<sup>2</sup>), y junto al avance en la electrónica y la física cuántica, las máquinas modernas son capaces de realizar una gran cantidad de tareas a un costo relativamente bajo.

Los robots industriales también se han visto beneficiados por el desarrollo de la mecánica de los materiales. Conductores de oro, fibra de carbono, estructuras muy resistentes a base de aluminio, motores de gran potencia, etc., han permitido este crecimiento del número de robots en la industria.

En El Salvador, muchas de las empresas hacen uso de robots para la fabricación de sus productos. Los centros comerciales tienen gradas eléctricas que facilitan el desplazamiento, y puertas que se abren automáticamente cuando un cliente se acerca. En los parqueos, las plumas que controlan el flujo de vehículos se controlan solas cuando se solicita un *ticket* de entrada. El centro comercial Galerías en la ciudad de San Salvador, incorporó en su parqueo un sistema inteligente para el control de espacios disponibles, integrando la información proveniente de los subsistemas distribuidos (cooperación).

### **10.5.3 Tipos de Robots industriales**

Dentro de los robots industriales existe un gran universo de formas, propósitos, modos de funcionar, de trabajar, de comunicarse, etc. A continuación se describen algunas de las categorías bajo las cuales pueden ubicarse:

- **Robots manipuladores:** Son controlados automáticamente y tienen la capacidad de ser reprogramados. Poseen sistemas mecánicos multifuncionales, con sistemas de control, que le permite moverse en un espacio de configuración<sup>76</sup> relativamente amplio. Cuentan con un actuador para trabajar con piezas en modelado, perforado, pintado, etc.
- **Robots de aprendizaje o repetición:** Son robots manipuladores que se limitan a repetir una secuencia de movimientos previamente establecida.
- **Robots con control de computadores:** Son manipuladores controlados por una computadora. Dispone generalmente de un lenguaje específico con el que se diseñan los programa de aplicación.
- **Robots inteligentes (experimentales):** son capaces de relacionarse con el mundo que les rodea a través de sensores y tomar decisiones en tiempo real (auto programable). Su desarrollo se encuentra en fase experimental debido a las limitaciones existentes en las teorías de inteligencia artificial.

---

<sup>76</sup> Espacio físico al que puede tener acceso

## **10.6 Ejemplos de robots industriales y colaborativos**

Muchas de las tareas, no sólo las industriales, son más eficientes cuando se combina la inteligencia del ser humano con las capacidades de la robótica. El trabajo colaborativo entre creación y creador es de igual importancia que el de los elementos que pertenecen al mismo conjunto (robot-robot, o persona-persona). Se presentan los siguientes dos casos:

### **Robot humanoide Hiro, de TECNALIA:**

El robot Hiro, desarrollado por Industrias Kawada, tiene aspecto humanoide en la parte superior y cuerpo de robot en la parte inferior. Posee cuatro ojos, dos en la cara y uno en cada mano, lo que le facilita realizar operaciones difíciles o peligrosas para los seres humanos. Se desplaza por medio de una plataforma rodante, lo cual facilita su movimiento. La inteligencia del robot está en manos de TECNALIA, con el objetivo de introducirlo al mundo de la industria.

La novedad de Hiro es que es un robot preparado para compartir espacio de trabajo con personas de forma segura. En caso de entrar en contacto físico con algún humano, está programado para paralizarse de forma automática como forma de prevención.

“La estimación es que en un plazo de seis años, a nivel estatal, el 60% del tejido industrial que realiza labores de ensamblaje final de producto contará en sus cadenas productivas con este tipo de robot. Los sectores que se beneficiarán de esta nueva tecnología serán automóvil, auxiliar, plástica, alimentación, madera, bebidas, agricultura, aeronáutica, ferroviario y energético, entre otros”<sup>77</sup>.

### **Brazo robótico Lighthweight, de Kuka Robotics:**

Crear un robot inteligente capaz de asistir a los humanos ha sido uno de los objetivos que KUKA Robotics<sup>78</sup> ha estado persiguiendo a lo largo de los años. Basado en el brazo humano, Lighthweight cuenta con siete grados de libertad, lo cual ofrece una gran flexibilidad y facilidad de manejo. Tiene sensores integrados precisos (incluidos los que miden la torsión en las articulaciones), los cuales, combinados con su algoritmo de control, le permiten controlar las fuerzas externas para ejecutar correctamente los movimientos.

Gracias a su sensibilidad, es capaz de relacionarse con los humanos y de aprender al dejarse guiar. Dado que es una tecnología de punta, está siendo muy utilizado en investigación en las universidades para descubrir todas sus potencialidades de uso. En la industria, por ejemplo, son especialmente adecuados para actividades ligeras como el manejo de piezas<sup>79</sup>.

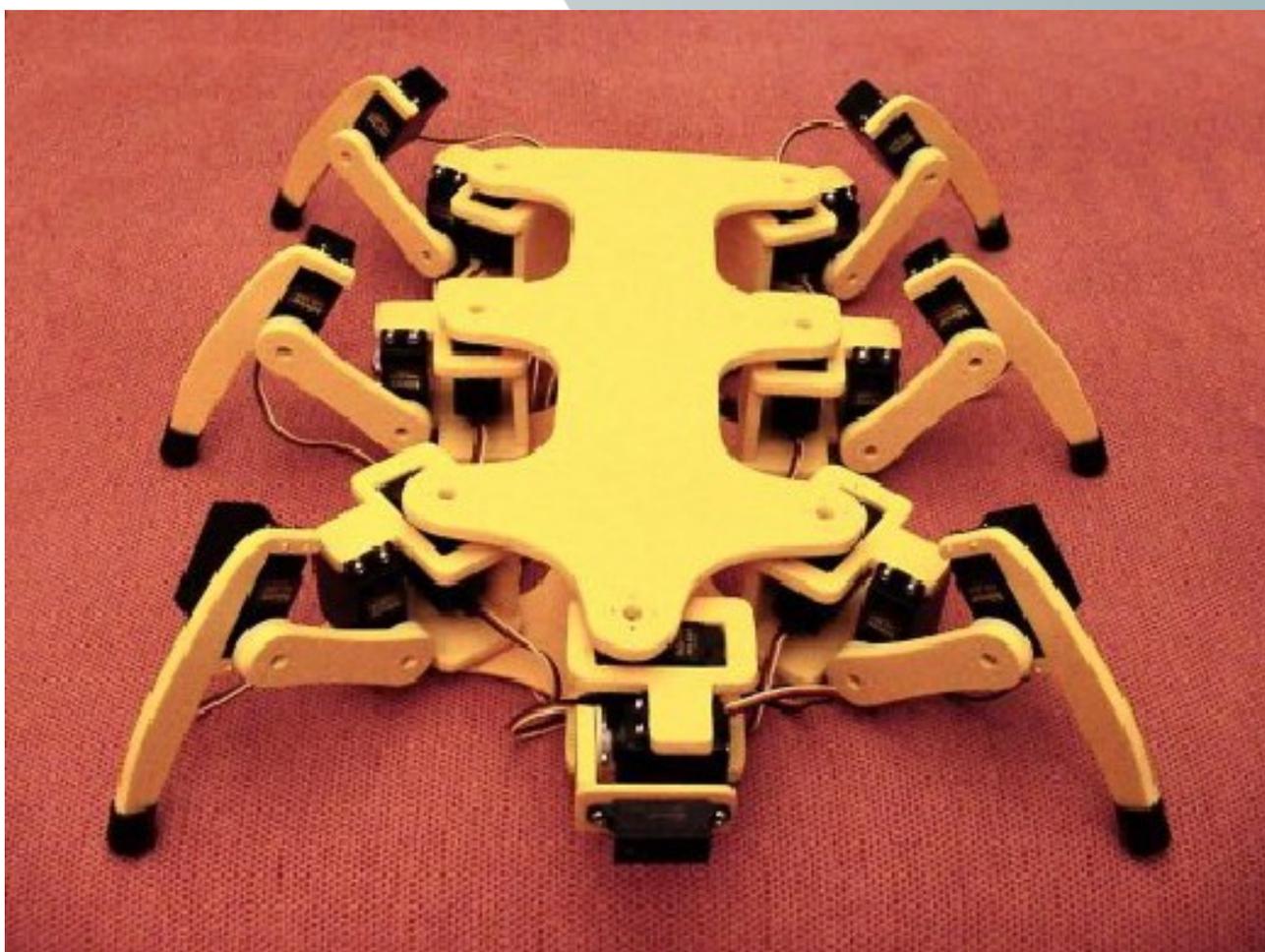
---

<sup>77</sup> <http://www.tecnalia.com/es/industria-transporte/notas-prensa/tecnalia-ofrece-a-la-industria-europea-el-primer-robot-humoide-que-trabaja-codo-a-codo-con-las-personas.htm>

<sup>78</sup> <http://www.kuka-robotics.com>

<sup>79</sup> [http://www.kuka-robotics.com/en/pressevents/news/NN\\_060515\\_Automatica\\_02.htm](http://www.kuka-robotics.com/en/pressevents/news/NN_060515_Automatica_02.htm)

# 11 MÓDULO VII - "ANATOMÍA DE UN ROBOT"



## 11.1 Propósitos

Dar a conocer las características de los robots y las partes que los conforman.

Observar la funcionalidad y utilidad de un robot en las actividades diarias, y cómo éstos cambian la realidad del ser humano.

Trasladar del ordenador al robot las ordenes necesarias para que cumpla con una tarea definida, tanto de manera lógica como eficiente.

Construir robots que utilicen locomoción hexápoda y bípeda para su desplazamiento, hacia adelante, atrás, derecha e izquierda.

## 11.2 Descripción

A lo largo del manual se ha hablado de los robots y sus propósitos. Se han estudiado en ambientes colaborativos y cooperativos, trabajando al lado del ser humano. La lógica de su funcionamiento (los algoritmos y la programación) también ha sido brevemente explicada. Más allá de eso, la exploración hecha de los robots en la educación condujo además al aprendizaje basado en proyectos, especialmente los relacionados con tecnología.

En este módulo se abordará una nueva dimensión de los robots: su estructura interna, su anatomía. Los participantes conocerán los diferentes sistemas de locomoción de un robot y los sistemas funcionales que hacen posible la interacción con su medio.

## 11.3 Resumen de actividades

Actividad 1: Siguiendo a la cabeza

### 11.3.1 Actividad 1. “Siguiendo a la cabeza”

#### **Siguiendo a la cabeza**

**Objetivo :** Proporcionar una idea del funcionamiento de un robot caminador y la coordinación necesaria para el funcionamiento de las patas de forma adecuada.

**Descripción :** Se crearán grupos de trabajo, cada integrante ocupará un lugar en la formación de un “robot caminador” y cumplirá con las ordenes que dicte la persona que pase a formar la cabeza.

### Siguiendo a la cabeza

- Procedimiento :**
- Se formarán grupos compuestos de 3 miembros.
  - Uno de los miembros será la “cabeza del robot”, mientras que los otros dos se vendarán los ojos y actuarán como las patas.
  - Una persona externa al grupo creará una ruta con la cinta adhesiva, añadiendo giros en U y cruces a la izquierda o derecha.
  - Los integrantes asignados como patas, se situarán detrás de la cabeza, colocando sus manos sobre los hombros del compañero que tendrán adelante.
  - Una vez realizado esto, comenzarán a cubrir la trayectoria creada. Cada grupo sólo podrá seguir las indicaciones de la cabeza correspondiente, la cual podrá pedir a sus “patas” que se muevan hacia la derecha o izquierda según corresponda.

**Recursos :** Cinta adhesiva, Pañuelos para vendar los ojos

**Tiempo :** 1 hora

## 11.4 Sistemas que conforman a un robot

Al igual que en la anatomía animal, los robots poseen sistemas conformados por unidades operativas que les permiten el movimiento, la percepción y la capacidad de actuación o inteligencia. Los robots son la unión de sistemas que forman un todo. Cada unidad funcional realiza una tarea específica y tiene su propia entrada y salida. La cantidad y variedad de sistemas que conforman a los robots puede cambiar dependiendo de su utilidad, pero en general, se pueden distinguir los siguientes sistemas básicos:

- De accionamiento.
- Sensoriales.
- De procesamiento.

### 11.4.1 Sistemas de accionamientos

Están conformados por mecanismos que son capaces de realizar trabajo físico. Se les llama también actuadores porque estimulan a los efectores<sup>80</sup> para realizar acciones. Cuando trabajan en conjunto, pueden clasificarse como un agente encargado de ejecutar movimiento, aunque siempre está sujeto a una unidad de control que le da sentido y lo complementa. Las propiedades más relevantes que se deben tomar en cuenta en su utilización son las siguientes:

- Potencia: qué tanto trabajo puede realizar en una unidad de tiempo.

<sup>80</sup> Estructura encargada de ejecutar la acción frente al estímulo. Generalmente son músculos y glándulas, pero en el ambiente robótico hacen referencia principalmente a motores y pistones.

- Consumo: cuánta energía necesita para funcionar en las condiciones de trabajo al que estará expuesto, y cuál es su voltaje de operación.<sup>81</sup>
- Control: acá se incluye la velocidad de respuesta y la facilidad de manipulación.
- Velocidad: cuánto tiempo requiere para concluir una tarea determinada.
- Peso y volumen: atributos físicos importantes para la unidad del robot. En modelos pequeños que esperan ser rápidos y económicos, reducir el peso y el volumen es importante.
- Precisión: bajo las mismas condiciones, el resultado de la acción tiene que ser el mismo.
- Costo y mantenimiento: el factor económico es importante en proyectos de desarrollo y construcción. Además, la posibilidad de mantenimiento da mayor seguridad para responder a inconvenientes. Un sistema sin mantenimiento se vuelve obsoleto si una de sus partes falla.

Se clasifican en tres grandes grupos, según la naturaleza de la energía que utilizan:

- Neumáticos. En ellos la fuente de energía es aire a presión. Transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Pueden ser de dos clases:
  - Cilindros: consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal.<sup>82</sup>
  - Motores Neumáticos: la presión de aire genera el movimiento rotatorio del rotor de forma directa o indirecta. En la última se hace uso del movimiento de cilindros neumáticos para hacer girar el rotor.
- Hidráulicos: similar a los neumáticos, en ellos se utilizan aceites minerales a una determinada presión para realizar trabajo, en lugar de aire comprimido. Los cilindros y motores hidráulicos son análogos a los neumáticos.
- Eléctricos: hacen uso de la fuerza electromagnética para la realización de trabajo. Tienen la característica de ser sencillos, de fácil control, y de alta precisión, por lo que son los actuadores más usados en los robots. Pueden llegar a tener tamaños muy reducidos en comparación a los hidráulicos y neumáticos, lo que los califica como una buena opción para la construcción de complicadas estructuras móviles. Otra ventaja sobre los dos tipos anteriores de actuadores, es que no necesitan de un espacio extra para el almacenamiento de *fluido*, aunque sí utilizan baterías o alguna fuente de alimentación externa.

Dentro de los actuadores eléctricos pueden distinguirse dos grandes categorías en función de la forma de energía de la que se alimentan:

- *Motores de corriente directa (CD).*
- *Motores de corriente alterna (CA)*
- *Motores híbridos, que puede funcionar con CA o con CD.*

En los robots, es más común el uso de motores paso a paso, que son un tipo especial de motores de corriente directa que permiten avanzar una serie de grados dependiendo de la señal de control.

---

81 El voltaje de operación es simplemente cuánto voltaje necesita para funcionar correctamente.

82 Actuadores, catálogo de Micro automatión.

### **11.4.2 Sistemas sensoriales**

Son un conjunto de sensores que permiten que los robots puedan recibir y percibir información del ambiente en el que se encuentran. Los sensores son dispositivos que miden magnitudes físicas, como aceleración, distancia, luminosidad, sonido, temperatura, etc. La función de estos sistemas es similar a la de los sentidos en los seres vivos, en los cuales los sensores son la piel (sentido del tacto), los ojos (sentido de la vista), la nariz (sentido del olfato), la lengua (sentido del gusto) y el oído (sentido auditivo). Se puede apreciar la diferencia entre órganos (sensores) y sentidos (sistemas sensoriales).

La robótica está sujeta al desarrollo de los sensores. Sin éstos, los robots no serían capaces de obtener información del medio y su capacidad estaría limitada a trabajos propiamente mecánicos. Es por esto que la investigación en el campo de sensores es de vital importancia en el mundo de la robótica, explorando nuevas formas de medir magnitudes físicas del medio con mayor precisión y exactitud, y descubriendo cómo medir aquellas que aún no ha sido posible sensor.

Las características más importantes de los sensores son:

- Rango de operación: límite inferior y superior de operación. Cuando se desea mayor exactitud, lo recomendable es usar sensores con un rango de operación limitado; pero cuando se quiere hacer un sistema más general, cuanto más grande sea el rango de operación, mejor.
- Exactitud y resolución: qué tan acertado es el valor obtenido. La resolución depende del número de partes de la unidad que pueden ser medidas, y es la variación mínima de la magnitud medida que puede apreciarse a la salida, por lo que guarda una relación con el número de cifras significativas del dato obtenido. A mayor resolución, mayor exactitud. Los sensores reportan pulsos eléctricos que luego serán decodificados para su interpretación. En ese proceso interviene una etapa de calibración que será la principal responsable del grado de exactitud de las mediciones.
- Precisión: el resultado de la medición tiene que ser el mismo bajo iguales condiciones. Un sensor de temperatura que, por ejemplo, reporte 15°C en una primera medida y luego 17°C cuando la temperatura se ha mantenido constante, no es preciso.
- Velocidad de muestreo: cuántas mediciones (muestras) se pueden hacer por unidad de tiempo. En sistemas que requieren de una respuesta inmediata a perturbaciones, por ejemplo, es importante poder tomar muchas muestras por segundo. Para un robot que tiene la instrucción de caminar a 5 cm/s en dirección norte hasta estar a 10cm de una pared, hacer mediciones de distancia cada 3 segundos le puede impedir cumplir su objetivo, pues entre cada medición recorre 15 cm sin saber cuántos centímetros lo separan de la pared.
- Requerimientos computacionales: recursos necesarios para decodificar la medición de los sensores. Un sensor en sí no forma un sistema sensorial, como se explicó anteriormente. Los datos tomados del medio deben de procesarse para una interpretación correcta que les de sentido. En los robots se suelen incorporar pequeños circuitos electrónicos que hacen un pre procesamiento de la señal. De esta forma, a la unidad de control (el cerebro del robot) recibe la información simplificada, lo cual facilita su procesamiento.

- **Potencia:** qué tanto trabajo realiza por unidad de tiempo. A diferencia de los actuadores que realizan trabajo sobre el ambiente, los sensores actúan al interior del sistema en función de la magnitud de la característica del medio sensada. Generalmente los niveles de corriente y voltaje de las salidas de los sensores son pequeños, pero es importante tomarlos en cuenta para evitar daños al circuito.
- **Voltaje y corriente de operación:** voltaje y corriente necesarios para el funcionamiento de los sensores. Uno de los problemas en la construcción de robots es la parte energética. Los robots móviles necesitan ser capaces de cargar con su fuente de energía (baterías) y hacer un uso óptimo de este recurso. La mayoría de sensores requieren de un valor mínimo de voltaje y de corriente para proporcionar los datos correctos (sensores pasivos). La necesidad energética de los mismos no siempre puede ser cubierta por el microcontrolador, por lo que se suelen usar fuentes alternas o derivadas de la primaria. Los sensores activos no requieren fuente de alimentación, porque de alguna forma transforman la energía de la variable medida en un pulso eléctrico.
- **Peso y volumen:** características importantes para la integración del sistema. Sensores muy pesados o muy grandes pueden desequilibrar al robot o no encontrar un espacio adecuado para colocarse. Para el ahorro de energía, la reducción de peso siempre es importante.
- **Robustez:** tolerancia a fallos y a ambientes hostiles. La robustez de los sensores y de los sistemas sensoriales puede obtenerse por medio de hardware o software. En la primera opción, lo que se busca es una electrónica muy especializada capaz de eliminar las perturbaciones y ruidos en las mediciones para obtener una señal más limpia. Con software, por otro lado, se crean sistemas inteligentes capaces de predecir y eliminar ruidos en la interpretación de la señal procesada.
- **Sensibilidad:** variación de la salida producida por una variación de entrada. Los sensores más sensibles sirven para medidas más finas, con rangos de operación cortos.

#### **11.4.2.1 Clasificación de los sensores**

Los sensores pueden clasificarse en varias categorías en función de parámetros diferentes. Para los fines del manual, se tomarán las siguientes clasificaciones:

- Dependiendo del tipo de señal de entrada:
  - Mecánica (ejemplo: distancia, fuerza, torsión).
  - Térmica (ejemplo: temperatura, calor).
  - Eléctrica (ejemplo: voltaje, corriente, resistencia).
  - Magnética (ejemplo: intensidad de campo, densidad de flujo).
  - Radiación (ejemplos: intensidad, longitud de onda).
  - Química (ejemplos: composición, concentración, pH).
- Dependiendo de la forma de la señal de salida
  - Análogos: cuando la señal entregada por el sensor tiene un carácter continuo en el tiempo. Es decir, los posibles valores de la señal de salida son prácticamente infinitos. Por ejemplo,

al medir la temperatura el resultado puede ser 18°C, 18.5°C, 18.459°C, 18.8789°C, etc. La distancia, la fuerza, el voltaje y la corriente también son ejemplos de magnitudes continuas que pueden ser medidas por este tipo de sensores.

- Digitales: dispositivos cuya salida es de carácter discreto. Los posibles valores de la señal son finitos. Por ejemplo, un contador de pulsos devolverá un valor como 9, 82, ó 14, pero no puede contar la mitad de uno (el pulso se da o no). Es importante aclarar que los sensores digitales también puede servir para medir magnitudes de naturaleza continua al discretizar el dominio de la señal de entrada, aunque con esto se pierde exactitud en la medida.
- Dependiendo de la naturaleza de la señal generada.
  - Sensores pasivos: Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir por intermedio de una fuente auxiliar. Ejemplo: sensores de parámetros variables (de resistencia variable, de capacidad variable, de inductancia variable).
  - Sensores activos: son generadores eléctricos autónomos de pequeña señal, la cual es representativa de la magnitud medida. No necesitan alimentación externa para funcionar, pero se suelen conectar a amplificadores para aumentar el valor de la salida.
- Dependiendo del origen de la señal
  - Sensores internos: reportan información del funcionamiento o estado del robot. La medición de parámetros internos del robot es importante para un buen control y funcionamiento del mismo. Por ejemplo, el control de la temperatura por medio de sensores (termómetros) y actuadores (ventiladores) de los microprocesadores es clave para evitar que se dañen; para el comportamiento dinámico, por otro lado, los encoder puede proporcionar datos de velocidad de movimiento, y los acelerómetros, ayudar a conservar el equilibrio.
  - Sensores Externos: los que brindan información del medio ambiente y entorno en el que se desenvuelve el robot. Son esenciales para el desarrollo de la inteligencia artificial. Un ejemplo de estos sensores son las cámaras como mecanismo de visión, que le permiten al robot tomar una imagen del medio y procesarla para obtener información de interés: distancia a obstáculos, intensidad luminosa, cantidad de objetos, color, etc.

### **11.4.3 Sistema de procesamiento**

Todas las señales provenientes de los sensores deben de ser procesadas para que sean útiles. El sistema sensorial simplemente reporta la magnitud de mediciones, pero no hace nada con los datos obtenidos. Los actuadores, por otro lado, no tienen la capacidad de controlarse solos, o coordinarse entre ellos para realizar una actividad: ellos están ahí esperando a recibir indicaciones para ejecutarlas a ciegas, sin saber por qué. Ambos sistemas necesitan, entonces, un líder de orquesta que coordine todas las acciones a realizar y que se comunique con ellos.

Este trabajo lo desempeña el microcontrolador, que podría considerarse el cerebro del robot. Es el encargado del procesamiento de la información proveniente de los sensores, y de la ejecución de las rutinas programadas en la memoria. Además, por medio de canales de comunicación, controla las acciones de los actuadores para realizar las tareas deseadas.

En robots complejos, pueden existir varios microprocesadores controlando diferentes partes de la máquina, pero todos deberán trabajar colaborativamente para la realización de tareas programadas. También pueden existir pequeños circuitos eléctricos que funcionan como microcontroladores de propósito específico (no programables), usados generalmente para el acondicionamiento de señales o para resolver problemas simples.

No hay que confundir al "microprocesador" con el "microcontrolador", son cosas diferentes. Un microprocesador es un dispositivo electrónico digital encargado exclusivamente del procesamiento y ejecución de instrucciones; necesita un conjunto de dispositivos periféricos para funcionar (memoria RAM, memoria ROM, canales de comunicación, etc). El microcontrolador es una estructura compuesta por un microprocesador, memorias (para almacenar instrucciones y datos), canales de entrada y salida (ES), y todos los periféricos necesarios para ser funcional por sí mismo.

### **11.5 Ejemplo práctico: el robot hexápodo RiSE**

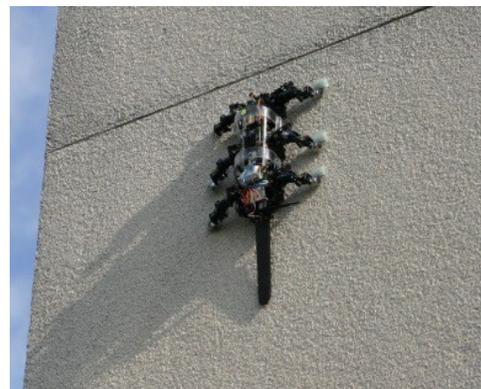
RiSE ha sido desarrollado por Boston Dynamics, la Universidad de Pennsylvania, Carnegie Mellon, la Universidad de Berkeley, Stanford, y la Universidad Lewis y Clark. El proyecto está financiado por DARPA Biodynamics Program, y tiene como objetivo crear un robot inspirado en la biología, con la habilidad de caminar sobre tierra y escalar superficies verticales.

RiSE usa los pies con micro-garras para trepar sobre superficies con texturas. El robot es capaz de cambiar su postura para ajustarse a la curvatura de la superficie, usando su cola como ayuda para mantener el equilibrio en empinados. Cada una de las seis patas de RiSE está accionada por un par de motores eléctricos. Un microcontrolador comanda los movimientos de las piernas y gestiona las comunicaciones de los sensores (sensores de posición, de deformación, y de contacto del pie)

Kod\*lab<sup>83</sup> ha trabajado en el proyecto RiSE en el control del comportamiento de las patas escaladoras, descubriendo cómo métodos de control de ganancia pueden ser aplicados en escenarios adversos (control robusto) donde se requiere retroalimentación para realizar las maniobras correctas. Los resultados han proporcionado a RiSE la capacidad de escalar superficies como árboles, estuco, ladrillo, postes<sup>84</sup>.

Para mayor información sobre este robot hexápodo, se recomienda visitar el sitio oficial del proyecto: <http://kodlab.seas.upenn.edu/~rise/newsite/>, en donde se podrán encontrar, además, videos de RiSE en funcionamiento.

*Modelo V2 de RiSE realizando un ascenso vertical a un edificio de 3 pisos, marzo de 2006. RiSE utiliza microespinas en los dedos de las patas para adherirse a las superficies. La imagen fue obtenida de la página web de Kod\*lab.*

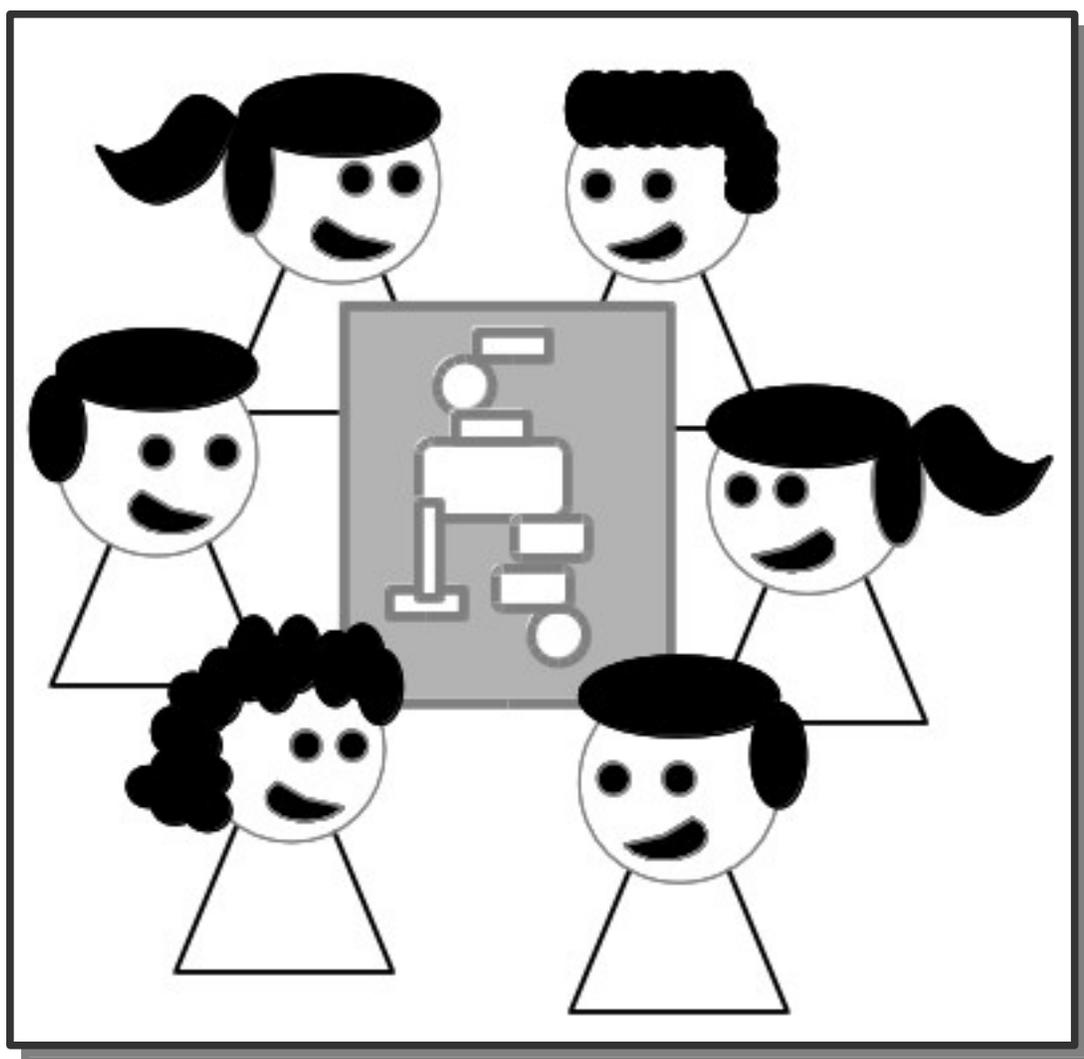


---

83 <http://kodlab.seas.upenn.edu/>, University of Pennsylvania

84 The RiSe climbing Robot, Kod\*lab, <http://kodlab.seas.upenn.edu/RiSE/Home>

## 12 MÓDULO VIII - "PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"



### **12.1 Propósito**

Complementar la parte experimental de cada módulo, planteando una opción de diseño de proyecto de robótica con aprendizaje cooperativo y colaborativo.

Experimentar la generación de ideas de proyectos e iniciar los primeros pasos para la implementación de los mismos.

Desarrollar un proyecto final.

### **12.2 Descripción**

El módulo está compuesto por diversos apartados que abarcan los temas desarrollados a lo largo del manual. La propuesta en cada uno es hacer uso de la robótica para resolver problemas de la vida cotidiana mediante el planteamiento de situaciones reales.

Las actividades de este módulo han sido propuestas teniendo en cuenta las características de trabajo en equipo, organización, discusión de ideas, uso de materiales y tiempo, planificación, integración de las diferentes áreas del conocimiento, división de tareas, liderazgo, programación y armado de un robot. El análisis de proyectos existentes permitirá acercarse al diseño de un proyecto propio que deberá ser desarrollado en el marco de esta fase del proyecto.

### **12.3 Resumen de actividades**

Actividad 1: Sociodrama

Actividad 2: Revisión y análisis de proyectos

Actividad 3: Caracterización del proyecto

Actividad 4: Selección y diseño de un proyecto de robótica

Actividad 5: Presentación de un proyecto

Actividad 6: Evaluación

## **12.4 Grupos de trabajo**

En el desarrollo del manual, particularmente en las actividades planteadas en los módulos 2 y 8, se habla sobre el trabajo en equipo de forma cooperativa y colaborativa. La realización de proyectos implica, en muchos casos, esta forma de trabajo grupal, por lo que toman importancia las preguntas ¿existe una forma adecuada de crear los equipos de trabajo? de ser así, ¿cuáles son los parámetros que deberían seguirse? ¿En qué medida puede variar el resultado final del proyecto en función de cómo fue creado?

Paralelo al tema de las inteligencias múltiples (que caracteriza las habilidades personales en función de competencias), se encuentra la teoría del *cociente triádico*, desarrollada por Robert J. Sternberg y publicada en 1985, que describe el comportamiento del cerebro humano en función de sus procesos mentales. Esta teoría relaciona la inteligencia con tres dimensiones de la persona, denominadas por el autor como subteorías, y están vinculadas al desarrollo de una zona particular del cerebro:

- **La subteoría componencial (parte derecha del cerebro):** relaciona el mundo interno del individuo, con el pensamiento analítico y académico (investiga, planea y ejecuta).
- **La subteoría experiencial (parte izquierda del cerebro):** explica su relación con el mundo externo, la forma en que maneja su experiencia en las situaciones cotidianas, su pensamiento creativo (busca originalidad e innovación).
- **La subteoría contextual (parte central del cerebro):** hace referencia a cómo el individuo se mueve en su entorno, al pensamiento práctico y adaptativo (solución de problemas).

Anzola (2010) enlista las manifestaciones del cerebro triuno en función de la zona dominante:

<b>Cerebro</b>		
Izquierdo	Central	Derecho
Verbal, numérico, analítico, lógico, descompositor, racional, abstracto, alerta, articulador, crítico, investigador, visual y lineal	Instintivo, concreto, administrador, regulador, trabajador, profesional, negociante, apropiador, planificador, económico, político, ecosistémico.	Proverbial, intuitivo, sintético, reintegrador, holístico, emocional, sensorial, espacial, espontáneo, relajado, libre, asociativo, artístico, contemplativo, sonoro y no lineal.

El cociente triádico es una herramienta que permite caracterizar al individuo en una de estas subteorías, al analizar las variables internas y externas del sujeto. Se puede obtener por medio de test validados en los que se deben responder una serie de preguntas de tres categorías con una ponderación determinada. Al final, el total en cada una de las categorías definirá la clasificación. En la siguiente página se muestra un cuestionario que el docente puede utilizar personalmente y con sus estudiantes para ubicarse en la subteoría adecuada.

Combinar sujetos con resultados diferentes creará un buen equipo de trabajo, pues se podrán combinar los elementos que cada uno de ellos aportará desde la subteoría que los representa. Si se agruparan, por ejemplo, únicamente personas que poseen la zona derecha del cerebro más

## Robótica Educativa - MÓDULO VIII - "PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"

desarrollada, el resultado podría estar escaso de elementos lógicos, analíticos o instintivos que aportarían personas que trabajan más con otra zona del cerebro.

### **CT - REVELADOR DEL COCIENTE TRIADICO - Nivel 1** (para adultos)

Evaluar con notas de 1 (mínimo) hasta 5 (máximo) dentro de la figura que le corresponde.

1	Al fin del día, de la semana, o de una actividad, ¿haces revisión, evaluación?	<input type="checkbox"/>		
2	En tu casa, en tu habitación, en tu lugar de trabajo, ¿hay orden, organización?		△	
3	¿Crees que tu cuerpo, tu energía son parte de un todo mayor, de alguna fuerza superior, invisible, espiritual y eterna?			○
4	¿Sabes contar chistes? ¿Vives alegre, optimista y disfrutando a pesar de todo?			○
5	Dialogando o discutiendo, ¿tienes buenas explicaciones, argumentos, sabes rebatir?	<input type="checkbox"/>		
6	¿Tienes presentimientos, premoniciones, sueños nocturnos que se realizan?			○
7	En la relación afectiva, ¿te comprometes a fondo, con romanticismo, con pasión?			○
8	¿Sabes hablar frente a un grupo, dominas las palabras con fluidez y corrección?	<input type="checkbox"/>		
9	Cuando hablas, ¿gesticulas, mueves el cuerpo, miras a todas las personas?			○
10	¿Te puedes imaginar en la ropa de otra persona y sentir cómo ella se siente?			○
11	¿Sabes alinear los pro y los contra de un problema, logras discernirlos y emitir juicios correctos?	<input type="checkbox"/>		
12	Cuando narras un hecho ¿le pones muchos detalles, te gusta dar todos los pormenores?	<input type="checkbox"/>		
13	Al comprar o vender ¿te sale bien, sacas ventajas, ganas plata?		△	
14	¿Te gusta innovar, cambiar la rutina de la vida, del ambiente, tienes soluciones creativas, originales?			○
15	¿Controlas tus ímpetus y te detienes a tiempo para pensar en las consecuencias antes de actuar?	<input type="checkbox"/>		
16	Antes de aceptar cualquier información como cierta, ¿te dedicas a recoger más datos y a averiguar las fuentes?	<input type="checkbox"/>		

**Robótica Educativa - MÓDULO VIII - "PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"**

17	¿Qué habilidades manuales tienes con agujas, serrucho, martillo, jardinería o para arreglar cosas dañadas?		△	
18	Frente a una tarea difícil, ¿tienes capacidad de concentración, de continuidad, de aguante?		△	
19	En la posición de jefe, ¿sabes dividir tareas, calcular tiempo para cada una, dar órdenes cortas, exigir la ejecución?		△	
20	¿Te detienes a ponerle atención a una puesta de sol, a un pájaro, a un paisaje?			○
21	¿Tienes atracción por aventuras, tareas desconocidas, iniciar algo que nadie hizo antes?		△	
22	¿Te autorizas a dudar de las informaciones de la TV, de personas de la política, de la religión, de la ciencia?	□		
23	¿Logras transformar tus sueños e ideales en cosas concretas, realizaciones que progresan y duran		△	
24	¿Tienes el hábito de pensar en el día de mañana, en el año próximo, en los próximos diez años?			○
25	¿Tienes facilidad con máquinas y aparatos como grabadoras, calculadoras, lavadoras, computadoras, autos?		△	
26	¿Eres rápido en lo que haces, tu tiempo rinde más que el de tus colegas, terminas bien y a tiempo lo que empiezas?		△	
27	Cuando trabajas o te comunicas, ¿usas los números, usas estadísticas, porcentajes, matemáticas?	□		

Escala:

Mínimo: 9

Media: 28-35

Máximo: 45

Ley de la Proporcionalidad: lados con menos de 2 puntos de diferencia se anulan; diferencia mayor que 7 es desproporcional y tiránica.

Cuadro: Cerebro Izquierdo (Pensar)

Triángulo: Cerebro Central (Actuar)

Círculo: Cerebro Derecho (Soñar)

## 12.5 Actividad 1 - Actividad lúdica, sociodrama

### Actividad lúdica

**Objetivo :** Construir un entorno basado en la creatividad para desarrollar soluciones innovadoras a problemáticas comunitarias, a través del aprendizaje y puesta en práctica de los diferentes aspectos que conforman la robótica.

Reflexionar sobre los diferentes retos que se presentan cuando se resuelven problemas de la vida real en entornos educativos.

Valorar la necesidad de ser parte de soluciones innovadoras a problemas de diversa índole utilizando la robótica.

**Descripción :** Técnica lúdica del sociodrama, que consiste en una pequeña representación teatral para analizar los problemas que se van a plantear y sus posibles soluciones con ayuda de robots. Las propuestas deberán cumplir las tres leyes de la robótica:

1. Un robot no puede hacer daño a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la Primera Ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley.<sup>85</sup>

El tiempo máximo de cada representación será de: 15 minutos. Los nombres de los personajes deben ser ficticios así como los lugares mencionados. Cada situación representada debe contener elementos que permitan prevenir, mitigar o resolver los problemas planteados.

**Procedimiento :** El facilitador organiza 4 o 5 equipos. A cada uno de ellos se les pide identifiquen un problema o situación de aspecto social, identidad cultural, economía, ecológica o educativa; generada en la comunidad. Posteriormente, deben plantear soluciones a esta situación para preparar una representación de la problemática y la solución encontrada.

Se dan veinte minutos para que los participantes se pongan de acuerdo; cada equipo pasará al frente del salón a realizar su sociodrama.

Los participantes, en el momento de la representación que ellos crean importante, deben aplicar la dinámica de congelamiento, que consiste en “congelar la escena”. Acto seguido, uno a uno los actores se van “descongelando” por turnos, para compartir en el taller las emociones y sentimientos que experimentan en ese momento de la historia.

Cada representación debe contener elementos que permitan resolver los

---

85 <http://goo.gl/6PtX9>

### **Actividad lúdica**

problemas planteados en las situaciones presentadas y contribuir a un ambiente de mejoría comunitaria.

Como cierre, todos los participantes deben formar un círculo. Cada uno emitirá sus conclusiones sobre el trabajo que se debe realizar para crear soluciones ante problemas que las comunidades enfrentan y reflexionar respecto a cómo se pueden proponer opciones innovadoras que permitan mejorar las actividades en las comunidades. Mientras tanto, el facilitador o la facilitadora debe anotar en una hoja de rotafolio o en la pizarra las contribuciones más relevantes.

**Recursos :** Lápices y hojas de rotafolio, materiales para desarrollar sus personajes y escenarios.

**Tiempo :** 2 horas.

## **12.6 Actividad 2 - Revisión y análisis de proyectos (Autorregulación)**

### **Dinámica de reflexión**

**Objetivo :** Conocer los diferentes componentes de un proyecto de robótica educativa y familiarizarse con el procedimiento para su planteamiento.

**Descripción :** Los participantes dispondrán de un modelo de proyecto de Robótica Educativa, y se deberán familiarizar con todos los componentes que lo definen. Esta actividad es completamente autorreguladora. Los participantes controlarán sus proyectos con listados proporcionados a fin de que puedan revisar y mejorar luego los suyos.

**Procedimiento :** Formar grupos de trabajo de acuerdo a las temáticas a desarrollar en la elaboración de los proyectos.

Aplicar la “Lista de chequeo para proyectos” que se proporciona más adelante.

Compartir los aspectos relevantes surgidos en el proceso, tales como:

- Temas de la tabla
- Relevancia de los mismos Ítem adecuados al proyecto formulado.
- Dificultades o ventajas en la aplicación de la lista.

**Recursos :** Proyectos elaborados previamente.

**Tiempo :** Una hora.

**12.6.1 Recurso a utilizar como apoyo para la actividad 2**

<b>Tema</b>	<b>Elementos</b>	<b>Sí</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Relevancia institucional</b>	¿El proyecto es importante para la institución, comunidad (u otro) y su realidad?		
	¿Previo a la realización del proyecto, se realizó un diagnóstico o análisis de la realidad?		
	¿Se trata de una propuesta prioritaria frente a otras necesidades?		
	¿El proyecto fue creado por personal de la institución, comunidad u otro?		
	¿Es pertinente a la realidad local? ¿Se enmarca en las orientaciones institucionales o comunitarias (u otras)?		
	¿Se dispone del apoyo de la comunidad involucrada en el proyecto?		
	¿La comunidad beneficiaria conoce los objetivos del proyecto?		
	¿Se trata de una propuesta con capacidad de proyectarse al interior de la institución, comunidad (u otro)		
<b>Coherencia Interna</b>	La estrategia ¿es coherente con los objetivos propuestos?		
	¿Los aspectos considerados en la evaluación abarcan o apuntan a lo más importante de los objetivos definidos?		
	El Proyecto ¿explicita claramente lo que se quiere lograr o las transformaciones que se impulsará al interior de la institución?		
	Las actividades ¿apuntan a diferentes dimensiones del problema definido?		
	Las actividades ¿son coherentes con los objetivos propuestos?		
	¿Existen actividades para alcanzar cada uno de los objetivos?		
	La orientación de la estrategia ¿es coherente con los objetivos?		
	Las actividades ¿poseen relación entre sí?		
	¿Las actividades o las evaluaciones no contradicen el sentido de los objetivos?		
<b>Factibilidad</b>	¿Se anticiparon posibles problemas e ideas y formas de resolverlos?		
	¿Se asignaron responsables para cada una de las actividades?		
	¿Se consideraron tiempos de holgura y elementos		

***Robótica Educativa - MÓDULO VIII - "PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"***

<b>Tema</b>	<b>Elementos</b>	<b>Sí</b>	<b>Observaciones</b>
	inesperados en la planificación de los tiempos?		
	¿Se identificaron exhaustivamente todos los recursos necesarios para realizar las actividades propuestas?		
<b>Control del tiempo</b>	¿Se inició el proyecto según lo planificado?		
	¿Se han cumplido las actividades en los tiempos acordados?		
	Las actividades ¿poseen una estimación de tiempos realistas y están oportunamente ubicadas en el calendario?		
	La no realización de las actividades a tiempo ¿derivo de falencias en la organización del proyecto?		
<b>Recursos</b>	La estrategia y actividades contempladas ¿considera los recursos (humanos y materiales) necesarios para su ejecución?		
	¿Se utilizaron todos los recursos según la planificación?		
	¿Hubo necesidad de adquirir recursos extra a los presupuestados?		
<b>Recursos económicos</b>	¿Se considera realizar estudios de factibilidad económica previa a la realización del proyecto?		
	¿Los recursos económicos son suficientes?		
	¿El presupuesto está adecuadamente estimado?		
	¿Se considera realizar análisis de contabilidad durante todo el proyecto?		
	¿Previo a la realización del proyecto, se consideró cuáles serían las fuentes de financiamiento?		
	¿Las fuentes de financiamiento otorgaron a tiempo los recursos necesarios?		
<b>Recursos humanos</b>	¿Qué características presenta la persona que liderará el proyecto?		
	¿El líder está orientado principalmente a la persona? Recursos humanos		
	¿El líder está orientado altamente a la persona y a la tarea?		
	¿El líder es una persona capacitada en el tema (del proyecto)?		
	¿El líder es una persona capacitada en metodología de proyecto?		
	¿El líder posee experiencia en manejo grupal y trabajo colaborativo?		
	Para las diferentes etapas del Proyecto, ¿se cuenta con los recursos humanos calificados?		

**Robótica Educativa - MÓDULO VIII - “PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”**

Tema	Elementos	Sí	Observaciones
	¿Los integrantes del equipo de trabajo (ejecutores) son personas capacitadas en el tema del proyecto?		
	¿Los integrantes del equipo de trabajo poseen experiencia en trabajos en equipo?		
	¿Los integrantes del equipo de trabajo han trabajado juntos en otra oportunidad?		
	¿Los integrantes del equipo poseen capacidad de aceptación a los cambios?		
	¿El trabajo de los ejecutores del proyecto presenta los rendimientos esperados?		
	¿Los recursos humanos son suficientes?		
<b>Organización interna</b>	¿Qué características presenta la organización en la cual se desarrolla el proyecto?		
	¿Cada integrante del equipo asumió responsablemente su tarea?		
	¿Se compartieron las responsabilidades entre diferentes miembros y estamentos?		
	Dentro del proyecto, ¿se organizaron por equipos de trabajo?		
	¿Existen diferentes roles en el equipo de trabajo?		
	¿Los canales de comunicación son expeditos?		
	¿Los integrantes del equipo participan activamente en el proyecto?		
	¿Los beneficiarios participan activamente en el proyecto?		
<b>Evaluación</b>	¿Se considera realizar actividades de monitoreo durante todo el proyecto?		
	La evaluación de la gestión del proyecto ¿Incluye procedimientos para tomar decisiones y readecuar el proyecto corrigiendo posibles errores y verificando el logro de los objetivos durante su ejecución?		
	¿La medición afectó el desarrollo del proyecto? Sean estas evaluaciones externas o internas.		
	¿Se realiza retroalimentación a los participantes durante el proceso?		
	El Proyecto ¿Contempla las instancias necesarias de evaluación que permitan corregir posibles errores y verificar el logro de los objetivos?		
	Los procedimientos propuestos para la evaluación del		

<b>Tema</b>	<b>Elementos</b>	<b>Sí</b>	<b>Observaciones</b>
	proyecto ¿Son coherentes con los objetivos de éste?		
	¿El equipo de trabajo está satisfecho con la labor realizada?		
	¿Los productos esperados han sido alcanzados?		
	¿Se están cumpliendo los objetivos propuestos?		
	¿Los beneficiarios están satisfechos con el proyecto?		
	¿Los productos tuvieron la calidad esperada?		
<b>Varios</b>	¿El medio ambiente afectó el desarrollo del proyecto (terremotos, inundaciones por lluvias, etc.)?		
	¿El factor metodológico afectó el desarrollo del proyecto?		
	¿Afectaron el desarrollo del proyecto aspectos tecnológicos?		

### **12.6.2 Fundamentos de la autoregulación**

La autorregulación es una actividad simple, porque las mismas personas involucradas en el proceso son las que tienen la oportunidad de revisar y volver sobre los proyectos formulados, y son los que saben qué aspectos desean incorporar en la formulación. Pero a la vez, es compleja al exigir autocorrección, humildad y flexibilidad para aprender de los errores y corregirlos.

Terminado este proceso, queda el enriquecimiento y la posibilidad de seguir mejorando la calidad de las propuestas y contribuir con la crítica constructiva sobre las producciones de los demás.

### **12.6.3 Actividad 3 - Caracterización del proyecto**

#### **Caracterización del proyecto**

**Objetivo :** Descubrir aspectos fundamentales sobre los proyectos colaborativos de robótica.

**Descripción :** En esta dinámica los participantes realizarán una lectura en grupo utilizando el material de éste módulo “Proyectos Colaborativos”. Posteriormente se hará una plenaria en donde se comparta la interpretación de los conceptos expuestos sobre el trabajo colaborativo.

**Procedimiento :**

1. Organizar al grupo en 5 equipos y distribuir el material de lectura que analizarán
2. Realizar una sesión plenaria donde se compartan e intercambien ideas sobre:
  - ¿Qué es un proyecto colaborativo?
  - ¿Cuáles son las ventajas y desventajas?
  - ¿Cómo se puede caracterizar el proyecto colaborativo?

### **Caracterización del proyecto**

**Recursos :** Material de lectura del módulo 8: Fundamentos: Proyectos colaborativos

**Tiempo :** Una hora: 30 minutos para organizarse y leer la fundamentación, 30 minutos para realizar una plenaria.

## **12.6.4 Fundamentación**

### **12.6.4.1 El trabajo colaborativo**

La colaboración en el trabajo de proyectos surge de reconocer que hay acciones que no se pueden hacer solos. Una de ellas es la generación de conocimiento y de aprendizaje, productos de la construcción del saber.

Los proyectos de este módulo se basan en la afirmación previa "La mejor forma de aprender es haciendo". Esta aseveración tiene como principio que la mejor estrategia para aprender es generar y compartir los saberes. De aquí que el aprendizaje consista en apropiarse del proceso de adquisición, procesamiento, análisis de la información y organización de la comunicación de los resultados<sup>86</sup>. El docente es responsable de comunicar esto a los estudiantes y ayudarles a crear condiciones idóneas para el aprendizaje. El saber, para ser considerado legítimo, debe responder a una serie de pasos que forman el criterio de validación del método de generación del conocimiento.

### **12.6.4.2 Características de trabajo colaborativo**

- Los roles de cada integrante del equipo se relacionan, complementan y diferencian persiguiendo una meta común.
- El producto es la finalización de una tarea en conjunto que resultaría más complicada o imposible de realizar de forma individual.
- Los objetivos que se persiguen están estrechamente relacionados, por lo que la meta final sólo se logra si cada individuo ha logrado sus objetivos.
- Es visto como un resultado de la interacción social, la interacción entre pares, la cooperación y la evaluación.

*"No hay que enseñar cooperación, hay que vivirla desde el respeto por sí mismo que surge en el convivir en el respeto mutuo. El profesor o profesora debe generar un espacio que valora el quehacer, de manera no competitiva, en el quehacer mismo. El ámbito educacional debe ser amoroso y no competitivo, un ámbito en el que se corrige el hacer y no el ser del niño."  
- Humberto Maturana<sup>87</sup>*

---

<sup>86</sup> Trabajos Colaborativos, Enlaces

<sup>87</sup> Biólogo y epistemólogo chileno.

#### **12.6.4.3 Elementos del trabajo colaborativo**

- Una meta común
- Normas y reglas claras
- Disciplina
- Responsabilidad compartida
- Objeto de estudio
- Herramientas
- Conflictos
- Asignación de roles
- Distribución del trabajo
- Un sistema de recompensas (grupal o individual)
- Respuestas distribuidas
- Un sistema de coordinación

#### **12.6.4.4 Elementos de la colaboración**

- El propósito de la transacción es primario, de manera que los intercambios son orientados a una meta.
- Lo que se transmite de un participante a otro no es sólo información, sino que también es conocimiento.
- Los participantes deben construir y mantener complejas relaciones que estimulen el respeto mutuo y alimenten el talento y habilidades o experiencias de cada uno.
- Se espera que los participantes trabajen cooperativamente para elaborar y poner al día la información.
- El medio electrónico permite estimular y darle más poder a los participantes para participar significativamente en el intercambio intelectual.

#### **12.6.4.5 Reglas**

- Escuchar
- Oportunidad para todos
- Votar si es necesario
- Respetar los materiales de otros
- Pedir ayuda cuando sea necesario

#### **12.6.4.6 Mecanismos de trabajo colaborativo**

- Participar en discusiones
- Desarrollar propuestas
- Resolver problemas
- Asumir responsabilidades individuales en desarrollo de tareas

#### **12.6.4.7 ¿Para qué el trabajo colaborativo?**

- Para preparar a los estudiantes para el mundo del trabajo.
- Para preparar a los estudiantes para el mundo social.
- Para desarrollar habilidades para comunicarse con otros.
- Para ayudar tanto a estudiantes rápidos como lentos.
- Para trabajar de la misma forma como se trabaja en el mundo laboral.
- Para enfrentar los problemas de la forma como se resuelven hoy.
- Para acercar a los estudiantes a las formas que hoy se utilizan en la sociedad para tratar y procesar la información.

#### **12.6.4.8 Aspectos críticos del trabajo colaborativo**

- Interdependencia.
- Grupos pequeños, tres o cuatro estudiantes.
- Notas individuales y grupales.
- Docente como orquestador/facilitador/coach.

#### **12.6.4.9 Cómo establecer los grupos**

- Por amistad
- Construidos deliberadamente por el docente
- Al azar

#### **12.6.4.10 Características de los grupos**

- Cada grupo está compuesto por estudiantes de rendimiento variado.
- El promedio de rendimiento de cada grupo debe ser similar.
- Distribución balanceada por sexo.
- Cuatro personas por equipo es lo ideal.

*"El aprendizaje despierta una serie de procesos evolutivos internos capaces de operar sólo cuando el niño está en interacción con las personas de su entorno y en cooperación con algún semejante. Una vez que se han internalizado estos procesos, se convierten en parte de los logros evolutivos independientes del niño."*

– Vigostsky<sup>88</sup>

## **12.7 Actividad 4: Selección y diseño de un proyecto de robótica**

### **Dinámica de acción**

**Objetivo :** Diseñar un proyecto colaborativo de Robótica Educativa utilizando kits de robótica.

**Descripción :** En esta actividad los participantes recibirán guías y orientaciones teóricas para diseñar un proyecto colaborativo de robótica educativa en forma conjunta con otros centros educativos que asistan a la capacitación. Este diseño incluye la incorporación a la red social de Robótica Educativa de El Salvador.

**Procedimiento :** Formar grupos de 4 ó 5 personas, de preferencia que provengan de 2 ó 3 escuelas diferentes, y acordar un tema para desarrollar una propuesta de proyecto.

Leer y discutir la lectura 1 del material complementario: “El proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa”.

A partir de lo leído y de los fundamentos expuestos, diseñar y planificar un proyecto que incluya elementos aprendidos en este módulo o en el taller de TIC (por ejemplo, actividades que involucren colaboración utilizando la red educativa EDMODO o correo electrónico, entre otras).

En el material complementario (lectura 2): “Guía para la presentación de una propuesta de proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa” encontrará los puntos a incluir en la presentación de una propuesta.

Diseñar el proyecto.

Compartir el proyecto en la red social de Robótica Educativa EDMODO.

Intercambiar y co-evaluar los proyectos, realizando sugerencias a los mismos.

**Recursos :** Manual de Robótica Educativa, Ministerio de Educación de El Salvador, año 2013, acceso a la red social de Robótica Educativa EDMODO.

**Tiempo :** Siete horas

---

88 Psicólogo ruso cuyos aportes pueden considerarse dentro de la línea de la psicología genética. Incursionó en la pedagogía y la ciencia cognitiva.

## **12.7.1 Fundamentación: Material complementario**

### **12.7.1.1 Lectura 1: El proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa**

Los proyectos de robótica pueden desarrollarse utilizando distintas herramientas, las diferentes herramientas y los diversos estilos que utilizan los docentes junto a los estudiantes le brindan a cada proyecto un sello único y valioso. El analizar, igualmente, proyectos nuevos, permite ampliar la visión de los docentes que se inician en el desarrollo de estas acciones

#### **Aspectos importantes:**

Cuando nos contactamos e invitamos a participar para realizar un proyecto es importante tener claridad respecto a lo que queremos hacer y lograr.

1. **Objetivos del proyecto:** Es importante señalar los objetivos que se persiguen con la ejecución de un proyecto de robótica educativa
2. **Objetivos pedagógicos generales y específicos:** Son los referidos a los contenidos curriculares que se abordan y que debieran indicar con claridad los aprendizajes que se desean alcanzar
3. **Título del proyecto:** El título debe reflejar claramente el tema que abordará el proyecto, ser claro y resultar atractivo para quien lo lea
4. **Fecha de realización:** Es importante que los tiempos a considerar para la ejecución del proyecto de robótica estén claramente estipulados y sean conocidos por los estudiantes y los docentes ejecutores
5. **Participantes:** Al invitar a participar en un proyecto o al elaborar uno en conjunto con docentes de otras instituciones, es necesario especificar claramente el grado o nivel, así como las edades de los estudiantes que pueden participar, poniendo énfasis, además, en la cantidad de estudiantes y posibles grupos de trabajo
6. **Áreas de trabajo que incluye:** El ideal es que un proyecto sea globalizador y que, en lo posible, integre distintas áreas del currículo; no obstante, al iniciar el trabajo basado en labor colaborativa, es muy probable que se desarrolle basado en una sola área. Igualmente es relevante que este primer proyecto colaborativo sea desarrollado por docentes y estudiantes, pues en el transcurso de éste, lo normal es que los participantes vayan descubriendo que “su proyecto” podría ser más integrador y por ende, se haga así en una segunda instancia.
7. **Coordinador o facilitador del proyecto:** Aunque sea bien elaborado, suele suceder que muchos de los proyectos no lleguen a un final exitoso debido a la falta de un coordinador o facilitador.

#### **Diseño de un proyecto colaborativo de robótica educativa.**

El trabajo colaborativo se organiza teniendo en consideración tres posibles escenarios de trabajo:

1. Trabajo de investigación y colaboración al interior de un grado, grupo o sección.
2. Trabajo de investigación y colaboración entre un grado y otro.
3. Trabajo de investigación y colaboración desde un grado, grupo o sección, abierta a otros grupos o individuos, de otras escuelas y/o de otros países.

Para esto, se consideran dos modos de trabajo:

1. La propuesta propia de un proyecto.
2. La participación en un proyecto propuesto por otro.

### **Fases y procesos del desarrollo de un proyecto colaborativo en educación.**

En términos generales, un proyecto de investigación colaborativa consta de una fase de planificación, otra de implementación y otra de evaluación, que se describen en detalle a continuación:

#### *Título:*

Este debería reflejar claramente el tema que abordará el proyecto, debe ser claro y resultar atractivo para quien lo lee. El público puede ser:

1. Los estudiantes
2. Otros colegas docentes
3. Los padres y madres de familia o personas responsables del estudiantado
4. Las autoridades de la institución educativa
5. Las autoridades del Ministerio de Educación

#### *Área Temática*

Los proyectos pueden ser categorizados por áreas temáticas, esto permite clasificarlos y dar una idea clara del marco en que se sitúan. Es necesario aquí establecer cómo el proyecto se inscribe dentro del marco curricular de una determinada disciplina o disciplinas en el o los cursos a que está dirigido.

#### *Descripción*

Al elaborar un proyecto colaborativo, una precisa y concisa descripción dará a los potenciales participantes la idea general del trabajo a realizar. Es decir, los futuros ejecutores debieran encontrar en estas líneas, el resumen, la idea global del tema que se aborda, el objetivo general, y el producto que se pretende lograr. La descripción puede resultar fundamental para lograr la motivación de los potenciales participantes, sean éstos los propios estudiantes, u otros colegas con los suyos. Debe presentar la idea del proyecto y no debe abarcar más de diez líneas.

#### *Edad de los Participantes y Nivel de Escolaridad*

Esto es importante cuando se planea invitar a otros grupos a participar del proyecto. El marco curricular, la asignatura o asignaturas a que responde el proyecto, no necesariamente dan noticia de la edad y nivel de escolaridad.

Muchas veces, cuando queremos entablar comunicación y establecer un trabajo colaborativo con colegas, y sus cursos, que son de regiones distintas a la nuestra, o de otros países, un mismo tema puede corresponder a otros cursos, y a otras edades. Fijar el marco etario (la edad de los participantes) entrega límites, pero también abre posibilidades de intercambio. Da límites cuando establece que sólo podrán participar estudiantes de un nivel determinado, por ejemplo: no mayores de diez años y no menores de ocho; abre posibilidades, por ejemplo, si se establece que pueden participar estudiantes de diferentes niveles, cuyas edades fluctúen entre los catorce y los dieciocho

años de edad.

#### *Fecha de Inicio y Fecha de Terminación*

Es importante señalar aquí que estas fechas tienen un sentido relativo. Al fijar las fechas de inicio y término se está dando un marco temporal al proceso de colaboración, el que muchas veces está directamente condicionado con los marcos temporales que fija el currículum (la excepción se da en los talleres extracurriculares). La entrada y salida a y desde un proyecto colaborativo está especificado en este marco curricular, lo que no necesariamente puede corresponder a cada una de las partes. Esto es importante de considerar cuando se quiere establecer un trabajo entre países cuyo calendario escolar difiere, por ejemplo, entre el Hemisferio Norte y el Sur.

#### *Cantidad de Participantes*

Estipular el número de estudiantes, grados o secciones que pueden participar del proyecto. Se debe además entregar un marco organizativo que establezca las características de la participación, que puede ser sobre la base de grupos, individual o mixta.

#### *Productos Esperados*

Cada proyecto debería considerar al menos un producto concreto, evaluable y socializable para que los ejecutores sientan que han concluido una tarea y al mismo tiempo puedan evaluar el producto obtenido. Estos productos esperados pueden ser el o los robots armados funcionando en un contexto.

#### *Impacto Fuera y Dentro del Aula*

Este párrafo debe hacer alusión a la contribución que el proyecto tiene en el entorno inmediato de quienes participan en términos de aprendizaje, servicio, acción comunitaria, modificación del medio, etc.

#### *Coordinador/a del Proyecto*

Muchos de los proyectos, aún bien elaborados no llegan a un final exitoso debido a la falta de un/a coordinador/a responsable. Al surgir algunas dificultades en el desarrollo del proyecto no hay quien responda a inquietudes presentadas. Esto lleva en algunos casos a la paralización del proyecto en ejecución; el tener un responsable asegura un alto grado de éxito.

#### *Actividades*

Es conveniente que éstas sean estipuladas en etapas o fases, por ejemplo, por semanas. Al no estar presente las etapas a desarrollar en el proyecto, empiezan las dudas de los participantes con relación a saber qué pasos seguir en el desarrollo del tema que se está tratando.

A modo de ejemplo, las fases podrían ser implementadas a través del correo electrónico o la red educativa EDMODO, con la presentación de los docentes o un mensaje de saludo e inicio, la presentación de los estudiantes organizados por grupos y con un nombre que los identifique, el envío de paquetes de bienvenida como: fotos, dibujos realizados por los jóvenes, fotografías del centro educativo, videos, etc. Lo mismo se puede hacer con el intercambio de información y/o materiales en torno al tema tratado, la evaluación de los participantes en torno al trabajo desarrollado y al producto logrado, y la despedida de estudiantes y docentes.

#### *Recursos e Insumos*

¿Qué se necesita para desarrollar el proyecto? Por ejemplo, que cada grupo participante posea una cuenta de correo electrónico o acceso a una red educativa y posibilidad de reunirse en horarios extracurriculares o incluso publicar en una red virtual educativa. Que cada grupo de participantes tenga acceso a dicha cuenta al menos tres veces a la semana para revisar su correo electrónico o posibilidades de reunirse en grupo varias veces a la semana en horario extracurricular. Estas son algunas cosas que podrían estar en este punto. Disponer de los dispositivos necesarios para poder armar un robot o disponer de uno o más kits de robótica.

### *Evaluación*

En términos generales, describir aquí la forma cómo se evaluará el proyecto como tal, en cuanto a su impacto en el aprendizaje de destrezas, habilidades y contenidos por parte de los estudiantes, y en cuanto al proyecto mismo, su organización, etc.

En el caso que usted haya recibido una invitación a participar en un proyecto de aprendizaje colaborativo utilizando robots, o esté pensando en buscar uno, hay ciertos aspectos a considerar, tales como:

- Interés de los estudiantes.
- Que el proyecto se refiera a un tema curricular o extra-curricular.
- El tiempo de clases y horas extras que requiere la implementación.
- El acceso a buenas fuentes de información.
- El calendario escolar que varía de acuerdo al lugar de procedencia de los participantes para el caso de trabajar con otros países.
- El idioma de intercambio cuando se trata de otro país.
- La edad y el nivel de los estudiantes.
- El tiempo invertido para la programación y armado de un robot.
- El tiempo para elaborar el entorno en donde se movilizara el robot (maqueta).
- Los recursos que demandará la producción del proyecto.

### *Implementación*

Un proyecto de aprendizaje colaborativo implica una serie de cambios. Para que los estudiantes trabajen en grupos, o individualmente a veces, necesitan tiempos y espacios definidos. El salón de clases variará en su organización, se parece más a un salón con espacios diversos, con mesas dispersas, como en un restaurante, donde se agrupan las personas que trabajan un mismo tema.

Pero, también los estudiantes necesitarán ir a otros lugares, quizás algunos estén en dicha sala, otros en la biblioteca o en el aula informática. El salón de clases o el lugar de trabajo se expande, porque las tareas de aprendizaje se expanden, desde el salón habitual a otros. Esto hay que tomarlo en cuenta y estudiar las ventajas y desventajas de ir desde la organización tradicional a la hora de planear e implementar un proyecto colaborativo.<sup>89</sup>

---

89 Referencia: Área de Docencia e Investigación (2002), "Pautas de Diseño de Proyectos para Trabajos de Postulación", Instituto de Informática Educativa, Universidad de La Frontera. Obtenido el 4 de marzo de 2002 de <http://www.iie.ufro.cl/docencia>

## Robótica Educativa - MÓDULO VIII - "PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"

### *Pasos en el proceso de desarrollo de un proyecto colaborativo*

La siguiente tabla ilustra los pasos que generalmente están presentes en el proceso de desarrollo de un proyecto de aprendizaje colaborativo:<sup>90</sup>

<b>Fases o etapas</b>	<b>Docente</b>	<b>Estudiante</b>
<b>Inicio</b>	Guía el proceso de negociación de los temas y la organización de los grupos de trabajo; apoya el proceso de aprendizaje.	Se introduce al uso de la computadora y a las herramientas de comunicación, tecnologías de información y comunicación, kit de robótica.
<b>Desarrollo de la propuesta de trabajo</b>	Saludo y presentación; guía y facilita la investigación; guía el uso de redes educativas virtuales, software para programar robots, instrucciones para armar un robots, actividades que permitan desarrollar la creatividad e invención.	Saludo y presentación; investiga y recurre a las fuentes de información.
	Guía y retroalimenta; guía y apoya el proceso.	Selecciona, analiza y evalúa Antecedentes.
	Guía en el uso de herramientas tecnológicas, de comunicación y de robótica educativa.  Por ejemplo, correo electrónico, uso de redes educativas para intercambiar información. Software para programar robots, guías para armar un robot	Envía o intercambia información
<b>Diseño y elaboración de producto (s) final (es) (proyecto)</b>	Guía y revisa la sistematización de información para la presentación de productos (proyecto de robótica educativa).	Conclusión y elaboración del producto (proyecto de robótica educativa)
	Guía en el aprendizaje, ya sea en el diseño de propuesta de robot y maqueta o maquetas, programación, intercambio de información en red educativa EDMODO, elaboración de maquetas, construcción del robot u	Selecciona material definitivo, diseña el producto y compagina. Arma un robot o varios robots y transfiere la programación al robot o robots.

90 Hamm, M. y Adams (1992) - "The Collaborative Dimensions of Learning", Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Co.

<b>Fases o etapas</b>	<b>Docente</b>	<b>Estudiante</b>
	otros.	
<b>Evaluación</b>	De acuerdo a criterios de logro de los objetivos académicos, habilidades y destrezas logrado por los estudiantes; De acuerdo al tipo y calidad del apoyo entregado a los estudiantes; de acuerdo a la organización y mantención del ambiente Colaborativo de aprendizaje.	De acuerdo al logro de objetivos Académicos, de los propios objetivos de Aprendizaje, de la satisfacción personal y grupal, y del producto obtenido (Proyecto de robótica educativa).
<b>Difusión</b>	Comunicación a la comunidad educativa: a otros colegas, a las autoridades del centro educativo, a los padres y apoderados, a los otros estudiantes.	Comunicación a toda la comunidad: Publicación en la red educativa EDMODO de los productos. Estos pueden ser parte de la organización de un banco de información relevante al proceso de enseñanza/aprendizaje para otros estudiantes, por ejemplo: de la localidad, zona, región, de Latinoamérica.

**12.7.1.2 Lectura 2: Guía para la presentación de una propuesta de proyecto colaborativo y cooperativo de robótica educativa:**

**Identificación del Proyecto**

La estructura de presentación puede seguir el siguiente formato:

- 1 Título del Proyecto
- 2 Docentes Responsables del Proyecto
  - 2.1 Nombre:
    - 2.1.1 e-mail:
    - 2.1.2 Localidad/País:
    - 2.1.3 2.1.3 Código del grupo EDMODO:
  - 2.2 Nombre:
    - 2.2.1 e-mail:
    - 2.2.2 Localidad/País:
    - 2.2.3 2.2.3 Código del grupo EDMODO:
  - 2.3 Nombre:
    - 2.3.1 e-mail:
    - 2.3.2 Localidad/País:

2.3.3 2.3.3 Código del grupo EDMODO:

3 Grados/Secciones/grupos involucrados (Edad de los participantes, nivel de escolaridad y cantidad de estudiantes)

4 Institución(es) involucrada(s):

4.1 Nombre:

4.1.1 e-mail:

4.1.2 Localidad/País:

4.1.3 Código del grupo EDMODO

4.2 Nombre:

4.2.1 e-mail:

4.2.2 Localidad/País:

4.2.3 Código del grupo EDMODO

4.3 Nombre:

4.3.1 e-mail:

4.3.2 Localidad/País:

4.3.3 Código del grupo EDMODO

5 Área temática del Proyecto

6 Tiempo de desarrollo del Proyecto (Indicado en semanas) (Indicar fecha de inicio y de finalización del Proyecto)

#### *Descripción del Proyecto*

Debe contener el qué se hará, quiénes lo harán, la metodología empleada (cómo se hará) y los productos esperados (intermedios y finales). La extensión no debe exceder una página.

#### *Fundamentación*

Los fundamentos orientan el rumbo de las etapas subsecuentes del proyecto y justifican el desarrollo del mismo.

Debe exponerse el problema a abordar (todo proyecto persigue enfrentar un desafío o solucionar un problema) indicando posibles causas del problema; señalando cómo se ha manifestado el problema en las comunidades educativas y/o organizaciones educativas involucradas; cuánto tiempo se ha manifestado y las implicaciones del problema (efectos en el aprendizaje de los estudiantes; en la vida escolar, etc.).

Debe indicarse la relevancia de la realización del proyecto. Además, el proyecto se enriquece si se incluye referencias de datos estadísticos, de estudios, de investigaciones, bibliográficos u otros sobre el tema, citando fuentes. Es conveniente que se incluyan dichas referencias, pero si no las tienen, pueden complementar el proyecto durante el desarrollo del mismo.

#### *Objetivos*

1. Generales

## 2. Específicos

Todos los objetivos deben encontrarse en número suficiente y preciso para llevar adelante la idea del trabajo (Proyecto).

Deben estar redactados claramente con verbos apropiados y deben ser “medibles” dentro del Proyecto, siendo precisos y concisos. Además debe tenerse especial preocupación en verificar que los objetivos no sean actividades a realizar en el Proyecto.

Todo objetivo general debe poseer objetivos específicos. Así como todo objetivo específico debe responder a un objetivo general. Es decir, debe existir coherencia e interrelación entre los objetivos generales y los específicos con relación a contenido y logro.

### *Metodología*

#### 1. Sujetos

Debe señalarse los sujetos beneficiados directamente con el Proyecto (estudiantes, docentes, padres y madres de familia o apoderados, comunidad, etc.), indicando la cantidad de personas beneficiadas, la distribución por género, edades, nivel socioeconómico, nivel educativo, cantón, caserío, municipio, departamento o regiones y/o países a las que pertenecen y otras características relevantes de mencionar respecto a los sujetos.

#### 2. Diseño

Debe especificarse las diferentes etapas del Proyecto (Selección del área temática, selección del tema, armado del robot, elaboración de maqueta, programación del robot, prueba del proyecto) y sus correspondientes actividades. Para cada actividad debe describirse qué acciones se desarrollarán, los tiempos involucrados, qué se espera en cada una y quién ejecuta las actividades.

#### 3. Recursos

Se debe especificar la totalidad de los recursos utilizados en el Proyecto, de ser posible incluir el inventario de piezas a utilizar durante el desarrollo del proyecto. Sería conveniente que se cuantificara y valorizara (en términos económicos) los recursos, de tal forma de tener una idea de cuánto costará el Proyecto.

#### 4. Evaluación

Debe señalarse los instrumentos y actividades evaluativas a realizarse en el proyecto. Idealmente la evaluación debería considerar:

1. Cumplimiento de Objetivos.
2. Productos finales en cuanto a calidad, cantidad y pertinencia.
3. Participantes, considerando todos los participantes directos en el Proyecto en cuanto a su participación, responsabilidad, nivel de satisfacción con el proyecto.

### *Productos*

Debe indicarse los productos que se esperan lograr con este proyecto, asimismo debe

señalarse el impacto que se espera lograr dentro y fuera del aula con el proyecto.<sup>91</sup>

### **Las ventajas del aprendizaje cooperativo**

El aprendizaje cooperativo tiene las siguientes ventajas en relación a la ejecución de tareas:

- Logro de objetivos cualitativamente más ricos en contenido, pues reúne propuestas y soluciones de varias personas del grupo.
- Aumenta el aprendizaje, debido a que se enriquece la experiencia de aprender.
- Aumenta la motivación por el trabajo, puesto que hay una mayor cercanía entre los miembros del grupo.

Las ventajas observadas en relación a la dinámica grupal son:

- Aumenta la cercanía y la apertura.
- Mejora las relaciones interpersonales entre distintas personas (etnias, discapacitados, etc.).
- Aumenta la aceptación de estudiantes con necesidades especiales.
- Aumenta la satisfacción por el propio trabajo.
- Se valora a otros como fuente para evaluar y desarrollar nuevas estrategias de aprendizaje.
- Se genera un lenguaje común, estableciéndose normas de funcionamiento grupal.

Las ventajas observadas a nivel personal son:

- Aumentan y/o se desarrollan las habilidades sociales.
- Aumentan los sentimientos de auto eficiencia.
- Disminuyen los sentimientos de aislamiento.
- Disminuye el temor a ser observados por otros.
- Disminuye el temor a la crítica y retroalimentación.
- Se incentiva el desarrollo del pensamiento.
- Se conocen diferentes temas y se adquiere nueva información.
- Aumenta la autoestima y la integración grupal.

### **Énfasis en procesos más que en productos**

El aprendizaje cooperativo se diferencia considerablemente en la teoría y en la práctica del aprendizaje tradicional en el aula, y requiere una aproximación diferente al trabajo con niños. El aprendizaje cooperativo no implica exclusivamente tareas de tipo "producción", donde los elementos son especificables y los resultados predecibles, y donde la consecución de un "producto" determina las actividades. En el aprendizaje cooperativo, aunque las destrezas y conductas de ayuda puedan ser especificables, no siempre podemos especificar sus resultados.

El aprendizaje cooperativo estimula y es un factor desde el cual se construye a partir de las contribuciones de los miembros del grupo. Aún en las más estructuradas situaciones de aprendizaje cooperativo, tales como el tutorio de estudiantes, la interacción no puede ser

---

91 Área de Docencia e Investigación (2002) Pautas de Diseño de Proyectos para Trabajos de Postulación, Instituto de Informática Educativa, Universidad de La Frontera obtenido el 4 de marzo de 2002 de <http://www.iie.ufro.cl/docencia>.

controlada. Sin embargo, los docentes no deben preocuparse por saber cuánto o cómo contribuirá cada miembro del grupo, sino que deben estar dispuestos a reconocer la diversidad de los intereses, talentos o el ritmo de trabajo de sus estudiantes.

Los docentes que trabajan con aprendizaje cooperativo deben tomar decisiones independientemente de cómo balanceen las conductas cooperativas, las destrezas académicas y las metas. Su formación, por lo tanto, requiere focalizarse sobre el desarrollo de destrezas para organizar aprendizaje cooperativo tanto como habilidades para analizar y evaluar las lecciones en términos de sus efectos en las conductas cooperativas de los niños y de su aprendizaje académico.

### **12.7.2 Actividad 5: Presentación de un proyecto colaborativo de Robótica Educativa**

#### **Presentación de un proyecto colaborativo de Robótica Educativa**

**Objetivo :** Presentar un proyecto colaborativo de Robótica Educativa utilizando kits de robótica.

**Descripción :** En esta actividad los participantes presentarán el proyecto de robótica educativa que han formulado en el centro educativo, de acuerdo a las guías y orientaciones proporcionadas. El espacio que utilizarán para compartirlo será la red social de Robótica Educativa de El Salvador en EDMODO o en un encuentro presencial.

**Procedimiento :**

1. Cada centro educativo compartirá el proyecto de Robótica Educativa que han formulado junto a sus pares de acuerdo a las guías proporcionadas.
2. Compartir el proyecto en la red social EDMODO o en un encuentro presencial.

**Recursos :** Manual de Robótica Educativa, Ministerio de Educación de El Salvador, año 2013; acceso a la red social de Robótica Educativa EDMODO.

**Tiempo :** Dos horas

#### **12.7.2.1 Fundamentos de la presentación de un proyecto**

El intercambio de correspondencia en forma electrónica, desarrollo de talleres y esfuerzo colaborativo por medio de redes sociales –como la de Robótica Educativa sobre la plataforma EDMODO–, son elementos importantes de la comunicación que permitirán a los centros educativos (y a sus docentes) mejorar no sólo los conocimientos, sino la metodología y la construcción y evaluación de los proyectos. Es importante que los involucrados en la enseñanza por medio de la robótica establezcan el compromiso, individual y colectivo, de completar el trabajo iniciado durante este proceso.

Los proyectos colaborativos de Robótica Educativa implican un trabajo “en permanente desarrollo”. El borrador final del proyecto piloto no es definitivo. En realidad, éste continuará evolucionando a medida que se comparta con los colegas docentes, los grupos de estudiantes y se aprenda a usar las herramientas necesarias para este aprendizaje.

### **12.8 Actividad 6 - Evaluación de proyectos colaborativos de Robótica Educativa**

#### **Dinámica de reflexión**

**Objetivo :** Evaluar un proyecto colaborativo de Robótica Educativa utilizando kits de robótica.

**Descripción :** Cada centro educativo evaluará su proyecto de acuerdo a las tablas siguientes y al rol que desempeñó en el proyecto..

**Procedimiento :** Completar individualmente la siguiente pauta de autoevaluación:

- Nombre:
- Integrantes del equipo:

Actividades desempeñadas: (marcar con una cruz todos los roles desempeñados)

- Moderador
- Relator
- Recopilador de materiales
- Coordinador
- Programador
- Diseñador del robot
- Armador del robot
- Diseñador de la maqueta
- Otra actividad (indique cuál)

**Recursos :** Proyecto de Robótica Educativa, Ministerio de Educación de El Salvador, año 2013, acceso a la red social de Robótica Educativa EDMODO, Proyecto elaborado.

**Tiempo :** Dos horas

**12.8.1 Tablas para evaluación de calidad<sup>92</sup>**

Situaciones	Calidad			Frecuencia de Participación		
	Buena	Aceptable	Deficiente	Generalmente	A veces	Nunca
Acepto y realizo las tareas que me encomiendan						
Termino las tareas iniciadas						
Me esfuerzo por colaborar con mis compañeros de grupo						
Procuro comprender nuevas ideas que ellos sugieren						
Trato de cumplir los encargos que el grupo me hace						
Ayudo a elaborar los planes de trabajo, sigo los planes trazados por el grupo						
Cedo cuando reconozco que no tengo razón						
Respeto el derecho de mis compañeros						
Trato a todos con buenas maneras						
Escucho con atención cuando se dirigen a mí						
Escucho con atención cuando se dirigen a miembros de mi grupo con argumentos que interesan a todos						
Observo con satisfacción el trabajo de los demás						
Procuro cooperar con el grupo						
Me siento solidario de sus planteamientos						
Devuelvo los materiales que me facilitan						
Agradezco la ayuda recibida						
Procuro trabajar sin perturbar a los demás						

<sup>92</sup> Autores: Avendaño, O.; Lira, G. ; Miquel, L. (1980) “El Arte de Estudiar. Cómo aprender a ser un buen estudiante”. Santiago.

**Robótica Educativa - MÓDULO VIII - “PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”**

Situaciones	Calidad			Frecuencia de Participación		
	Buena	Aceptable	Deficiente	Generalmente	A veces	Nunca
Estoy dispuesto a prestar ayuda a mis compañeros cuando ésta es necesaria						
Procuro establecer cuál ha sido mi real participación en el trabajo cumplido						

**12.8.2 Tabla de proyectos de Matemática y Física**

	Cumple	
	Si	No
<b>Pensamiento métrico y sistemas de medidas</b>		
Utilizo técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.		
Resuelvo y formulo problemas que involucren factores escalares (diseño de maquetas, mapas).		
<b>Pensamiento aleatorio y sistemas de datos</b>		
Comparo e interpreto datos provenientes de diversas fuentes (prensa, revistas, televisión, experimentos, consultas, entrevistas).		
Reconozco la relación entre un conjunto de datos y su representación.		
Conjeturo acerca del resultado de un experimento aleatorio usando proporcionalidad y nociones básicas de probabilidad.		
<b>Pensamiento numérico y sistemas numéricos</b>		
Utilizo números racionales, en sus distintas expresiones (fracciones, razones, decimales o porcentajes) para resolver problemas en contextos de medida.		
Reconozco y generalizo propiedades de las relaciones entre números racionales (simétrica, transitiva, etc.) y de las operaciones entre ellos (conmutativa, asociativa, etc.) en diferentes contextos.		
Resuelvo y formulo problemas utilizando propiedades básicas de la teoría de números, como las de la igualdad, las de las distintas formas de la desigualdad y las de la adición, sustracción, multiplicación, división y potenciación.		
Formulo y resuelvo problemas en situaciones aditivas y multiplicativas, en diferentes contextos y dominios numéricos.		
Justifico la elección de métodos e instrumentos de cálculo en la resolución de problemas.		
Reconozco argumentos combinatorios como herramienta para interpretación de situaciones diversas de conteo.		
<b>Pensamiento espacial y sistemas geométricos</b>		
Represento objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.		

**Robótica Educativa - MÓDULO VIII - "PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA"**

	Cumple	
	Si	No
Identifico y describo figuras y cuerpos generados por cortes rectos y transversales de objetos tridimensionales.		
Predigo y comparo los resultados de aplicar transformaciones rígidas (traslaciones, rotaciones, reflexiones) y homotecias (ampliaciones y reducciones) sobre figuras bidimensionales en situaciones matemáticas y en el arte.		
Resuelvo y formulo problemas que involucren relaciones y propiedades de semejanza y congruencia usando representaciones visuales.		
Resuelvo y formulo problemas usando modelos geométricos.		
Identifico características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica.		
<b>Conceptuales</b>		
El proceso de trabajo. Secuencia de operaciones en un trabajo.		
Estructuras resistentes, análisis y cálculos sencillos.		
Materiales, herramientas y máquinas.		
Mecanismos, operadores de transmisión de movimientos		
Robótica.		
<b>Procedimentales</b>		
Búsqueda y selección de información obtenida en fuentes diversas.		
Evaluación de la solución dada a un problema.		
Lectura e interpretación de documentos técnicos		
Planificación y documentación de un proceso de trabajo.		
Establecimiento de secuencias lógicas de operaciones.		
Utilización correcta de materiales, herramientas e instrumentos de medida.		
Realización adecuada de operaciones manuales básicas.		
Cumplimentación de documentos básicos de organización y gestión.		
Elección correcta de materiales y medios necesarios para llevar a cabo el trabajo.		
<b>Actitudinales</b>		
Curiosidad e interés.		
Actitud positiva y creativa frente a retos.		
Participación solidaria responsable y tolerante en el grupo de trabajo.		
Gusto por el orden y la limpieza.		
Comportamiento no discriminatorio ni sexista.		
Comprensión y respeto hacia las ideas de otros.		
Actitud ordenada y metódica.		
Respeto y observación de las normas de seguridad e higiene.		
<b>Competencias ciudadanas</b>		

**Robótica Educativa - MÓDULO VIII - “PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”**

	Cumple	
	Si	No
Contribuyo, de manera constructiva, a la convivencia en mi medio escolar y en mi comunidad (barrio o vereda).		
Identifico y rechazo las situaciones en las que se vulneran los derechos fundamentales y utilizo formas y mecanismos de participación democrática en mi medio escolar.		
Identifico y rechazo las diversas formas de discriminación en mi medio escolar y en mi comunidad, y analizo críticamente las razones que pueden favorecer estas discriminaciones.		
<b>Componentes</b>		
Sirvo De mediador en conflictos entre compañeros y compañeras, cuando me autorizan, fomentando el diálogo y el entendimiento.		
Reconozco el conflicto como una oportunidad para aprender y fortalecer nuestras relaciones		
Identifico las necesidades y los puntos de vista de personas o grupos en una situación de conflicto, en la que no estoy involucrado. (en un problema, escucho a cada cual para entender sus opiniones.)		
Exijo el cumplimiento de las normas y los acuerdos por parte de las autoridades, de mis compañeros y de mí mismo/a.		
Uso mi libertad de expresión y respeto las opiniones ajenas.		
Respeto y defiendo las libertades de las personas: libertad de expresión, de conciencia, de pensamiento, de culto y de libre desarrollo de la personalidad.		
Reconozco que los niños, las niñas, los ancianos y las personas discapacitadas merecen cuidado especial, tanto en espacios públicos como privados.		
<b>Competencias tecnológicas</b>		
Reconozco principios y conceptos propios de la tecnología, así como momentos de la historia que le han permitido al hombre transformar el entorno para resolver problemas y satisfacer necesidades.		
Relaciono el funcionamiento de algunos artefactos, productos, procesos y sistemas tecnológicos con su utilización segura.		
Propongo estrategias para soluciones tecnológicas a problemas, en diferentes contextos.		
Relaciono la transformación de los recursos naturales con el desarrollo tecnológico y su impacto en el bienestar de la sociedad.		
<b>Componentes</b>		
Identifico innovaciones e inventos trascendentales para la sociedad; los ubico y explico en su contexto histórico.		
Utilizo las tecnologías de la información y la comunicación, para apoyar mis procesos de aprendizaje y actividades personales (recolectar, seleccionar, organizar y procesar información).		

	Cumple	
	Si	No
Ejemplifico cómo en el uso de artefactos, procesos o sistemas tecnológicos, existen principios de funcionamiento que los sustentan.		
Utilizo herramientas y equipos de manera segura para construir modelos, maquetas y prototipos.		
Utilizo apropiadamente instrumentos para medir diferentes magnitudes físicas.		
Analizo el impacto de artefactos, procesos y sistemas tecnológicos en la solución de problemas y satisfacción de necesidades		
Analizo y expongo razones por las cuales la evolución de técnicas, procesos, herramientas y materiales, han contribuido a mejorar la fabricación de artefactos y sistemas tecnológicos a lo largo de la historia.		
Adelanto procesos sencillos de innovación en mi entorno como solución a deficiencias detectadas en productos, procesos y sistemas tecnológicos.		
Reconozco y utilizo algunas formas de organización del trabajo para solucionar problemas con la ayuda de la tecnología.		
Interpreto gráficos, bocetos y planos en diferentes actividades.		
Analizo las ventajas y desventajas de diversos procesos de transformación de los recursos naturales en productos y sistemas tecnológicos (por ejemplo, un basurero o una represa).		
Evalúo los costos y beneficios antes de adquirir y utilizar artefactos y productos tecnológicos.		

### **12.8.3 Fundamentos de planeación de la evaluación de proyectos colaborativos.**

Al momento de diseñar un Proyecto Colaborativo no sólo se debe tener en cuenta que éste cumpla con las formalidades necesarias o que contenga todas sus partes. Es imprescindible preguntarse si posee o no las cualidades de un buen proyecto, si explica claramente lo que se quiere lograr y/o las transformaciones que se impulsará al interior del centro educativo donde se desarrolle.

Finalizando el proyecto ¿Será posible constatar si se lograron los cambios buscados, o si éstos constituyen un aporte significativo al mejoramiento de las instituciones o de las personas involucradas en el proyecto? Preguntas de esta naturaleza son las que motivan la evaluación de Proyectos. Los siguientes documentos arrojan más luz sobre estos planteamientos.

#### **12.8.3.1 Documento N° 1 - Diseño de evaluación de proyectos**

El proceso de diseño de la evaluación de un proyecto trata de establecer procedimientos que permitan evaluarlo en cada una de sus etapas. Esta evaluación permite efectuar los ajustes pertinentes según sean las necesidades, obstáculos o logros que vayan surgiendo. En el diseño de la evaluación es importante considerar ciertos aspectos básicos, tales como:

1. ¿Qué evaluar?

2. ¿Cómo evaluarlo?
3. ¿Cuándo evaluarlo?
4. ¿Quiénes participarán en la evaluación?

Al responder las preguntas anteriores se podrá establecer qué se pretende lograr con la evaluación, qué instrumentos se utilizarán, quiénes participarán en ella, qué recursos serán necesarios para desarrollarla, y en qué tiempo se desarrollará.

### **¿Qué evaluar?**

La primera tarea a realizar en toda evaluación es delimitar el área a evaluar, entendiendo por área aquel espectro de la realidad que deseamos conocer. Una vez delimitada, se debe determinar qué de esta área es útil o necesario para la audiencia, y a partir de ahí determinar cuál es el objeto de la evaluación, entendido como el componente del área que va a ser sometido a medición. La evaluación se realizará a partir del análisis de esta medición.

Todo es factible de evaluarse, el problema radica en que si lo que se va a evaluar: (1) es posible ser evaluado con los recursos de los que se dispone, (2) si interesa que sea evaluado y (3) si posee una variabilidad y dispersión de valores que permitan la evaluación.

#### *1. Es posible ser evaluado:*

Esto apunta principalmente a si es factible, dada las herramientas que se posee, realizar una medición de las variables, y de que los valores obtenidos son analizables con sentido; por ejemplo se podría plantear la hipótesis que el estado anímico de los sujetos varía durante la ejecución de una prueba de rendimiento que sea de velocidad (con tiempo límite), el problema es cómo evaluamos el estado anímico de los sujetos mientras ejecutan una prueba contra el tiempo.

#### *2. Interesa que sea evaluado:*

Existe un gran número de variables que son factibles de ser medidas, pero debe existir una relación coherente entre lo que se desea conocer y la variable que se evalúa; por ejemplo, si se desea estimar la capacidad de los estudiantes para resolver ecuaciones matemáticas es lógico conocer cómo su nivel de desarrollo cognitivo influye en su capacidad de resolverlas, pero ¿de cuánto interés podría ser para esta misma situación conocer cuánto influye su capacidad de discriminar tonos de verde?

#### *3. Posee una variabilidad y dispersión de valores que permitan la evaluación:*

Si un objeto no tiene la posibilidad de variar su valor, cualquier evaluación que realicemos de él nos va a arrojar como resultado que no varió.

Por otra parte, todo proceso posee al menos dos dimensiones en las cuales se desarrolla: (1) Tiempo y (2) Espacio. En la medida que este proceso transcurre, el objeto va sufriendo una serie de cambios que son producto de las distintas etapas. El resultado final será producto de cómo transcurrió y se ejecutó el proceso en sus diferentes dimensiones. Por eso se debe realizar un seguimiento del proceso y evaluar cuándo se producen los cambios fundamentales en él, de tal manera que permita discriminar con un cierto grado de certeza qué pasos o etapas del fueron los

que produjeron el cambio en el objeto (si el proceso es intencional y controlado, se debería estar en condiciones de conocer y/o plantear hipótesis de cuáles son los resultados esperados y deseados).

Todo proceso brinda resultados en distintas etapas de su desarrollo y, por lo general, estos resultados son de distinta índole y nivel:

- *Corto plazo:*  
Tienen estrecha relación con el logro de competencias en la ejecución de las tareas propias del objeto en el proceso.
- *Mediano plazo:*  
Apuntan a capacidades generales del sujeto, las cuales tienen un tiempo de desarrollo no inferior a seis meses, comúnmente. Están en estrecha relación con la exposición de los sujetos al objeto.
- *Largo plazo:*  
Apuntan al desarrollo de habilidades que requieren la utilización combinada de dos o más de las capacidades anteriormente adquiridas.

En el caso de los proyectos que se desarrollarán en el marco del Proyecto de Robótica Educativa, una de las áreas a evaluar es la creatividad para resolver problemas y los Proyectos Colaborativos. A partir de esta área se debe determinar cuál es el objeto que interesa evaluar. Por ejemplo, podría interesar los cambios que produce en los distintos beneficiarios directos la aplicación de un proyecto, los cambios producidos en los niveles cognitivos de los estudiantes, si se producen cambios en su capacidad de resolver problemas de la vida diaria tomando como base los conceptos que sustentan las diferentes teorías, plantear hipótesis y demostrar su validez, etc.

### **¿Cómo evaluar?**

Una vez que se tiene claro a quién y qué evaluar, se debe buscar una metodología que garantice un grado de representatividad de los valores recopilados, la cual permita decir que los resultados obtenidos son una representación confiable y válida de la realidad.

Para lograr este objetivo se debe:

1. Utilizar un diseño de la evaluación que permita recopilar toda la información necesaria,
2. Utilizar un tamaño de muestra que garantice la representatividad de la misma,
3. Realizar una distribución de la muestra que sea representativa de la distribución de la población,
4. Realizar el control de variables extrañas (atípicas),
5. Realizar una recopilación de la información homogénea y sin interferencias para todos los sujetos.

Para la recopilación de la información se pueden utilizar diversos instrumentos.

### **¿Cuándo evaluar?**

Briones (1995) entrega una clasificación de diferentes tipos de evaluaciones que comúnmente se utilizan para evaluar proyectos educativos, que hacen referencia a los tiempos cuando se evalúan. Él realiza las siguientes distinciones:

- Evaluación ex-ante y evaluación ex-post:

La primera es el análisis que se efectúa del contenido del documento en el cual se expone un determinado proyecto, con la finalidad principal de evaluar la factibilidad de su puesta en práctica. En tanto que la evaluación ex-post es aquella que se realiza cuando el proyecto ha terminado. Su propósito es determinar con precisión los resultados logrados y los factores dentro y fuera del proyecto que facilitaron o dificultaron la obtención de esos resultados.

- Evaluación de seguimiento o durante y evaluación final:

La evaluación de seguimiento o durante es la que se dirige al análisis del funcionamiento del proyecto mientras éste se desarrolla. Recibe también el nombre de monitoreo, y es una evaluación para la toma de decisiones durante la marcha del proyecto. En tanto la evaluación terminal o final es otro nombre para la evaluación ex-post. También son identificadas como evaluación formativa y sumativa respectivamente.

- Evaluación de gestión o de proceso y evaluación de resultados:

La evaluación de proceso se realiza a lo largo de todo el proceso de ejecución del proyecto y su sentido fundamental es saber si se está haciendo bien lo que se planificó y entregar insumos para eventuales ajustes a introducir.

Este aspecto de la evaluación es un proceso sistemático de observación y verificación periódica de la ejecución de un programa o proyecto, que busca establecer -a través de una recopilación metódica de datos- el grado en el cual el uso de recursos materiales y financieros, las actividades y acciones realizadas y los productos esperados cumplen con lo planificado. Su finalidad es tomar decisiones oportunas que permitan optimizar su desarrollo.

En gran medida esta evaluación es similar a la de seguimiento. La evaluación de resultados se desarrolla tanto durante la ejecución del Proyecto, en la medida que se verifica el logro de los objetivos específicos del mismo, como al final, para verificar el logro del objetivo general. El sentido fundamental de esta evaluación es saber si definitivamente se está logrando o se logró lo que se buscaba con el proyecto. Este aspecto de la evaluación procura determinar, de la manera más sistemática y objetiva posible, la pertinencia, eficacia y sustentabilidad de la estrategia del proyecto en cuanto al logro del objetivo general formulado, así como de los objetivos específicos y de los cambios que se ha propuesto alcanzar.

### **¿Quiénes participan en la Evaluación?**

De acuerdo a quién realice la evaluación, se puede hablar de una evaluación externa, interna o intermedia. Así, la evaluación puede ser realizadas por:

- Una persona externa al proyecto
- Un miembro del equipo ejecutor o de la administración del proyecto
- Un grupo evaluador formado por personas externas y por los ejecutores del proyecto.

A continuación se presenta un ejemplo de matriz donde se consideran algunos elementos de los aspectos antes mencionados en el caso de la evaluación de proceso y de resultados:

<b>Elementos de la evaluación</b>	<b>Evaluación de Proceso</b>	<b>Evaluación de resultados</b>	<b>Comentarios</b>
<b>¿Qué evaluar?</b>	<p>Identificar aspectos centrales de la ejecución cuya ocurrencia determina una puesta en marcha eficiente del plan operativo:                      Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocurrencia de eventos centrales.</li> <li>• Coordinaciones imprescindibles</li> <li>• Dificultades/Facilidades</li> </ul>	<p>Identificar los cambios centrales o resultados que se espera alcanzar y/o generar en los diferentes momentos a partir de las metas. Definidas en los objetivos estratégicos. Aspectos a considerar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logros o cambios que se espera obtener con los estudiantes y/o participantes del proyecto</li> <li>• Facilidades y dificultades para lograr los resultados</li> </ul>	<p>Estos dos acercamientos evaluativos deben ser complementarios y estar coordinados, de manera de ajustar actividades y conseguir los resultados esperados en cada etapa.</p>
<b>¿Para qué evaluar?</b>	<p>Precisar el sentido o propósito de la evaluación. Se trata de pensar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso se dará a información obtenida.</li> <li>• Los criterios que guían la ejecución de esta evaluación</li> <li>• De qué manera va a contribuir a que se aprenda de los errores quienes conocerán la información obtenida en la evaluación</li> </ul>	<p>Lo mismo referido a la columna anterior se aplica en esta evaluación</p>	<p>La evaluación deberá servir para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solucionar problemas que hayan surgido</li> <li>• Detectar necesidades de los equipos</li> <li>• Tener datos que aseguren que el Plan operativo está concertando la misión</li> <li>• Reorientar el rumbo general</li> <li>• Tomar mejores y oportunas decisiones</li> </ul>
<b>¿Qué evaluar?</b>	<p>Identificar cuál es la periodicidad que permite evaluar los ajustes y desajustes que se dan entre los diferentes proyectos al ser implementados y controlar la ejecución otros cambios previstos</p>	<p>Evaluar cuando se obtengan resultados</p>	

<b>Elementos de la evaluación</b>	<b>Evaluación de Proceso</b>	<b>Evaluación de resultados</b>	<b>Comentarios</b>
<b>¿Cómo evaluar? Estrategia de Evaluación: Metodología, Actividades y Tareas de Evaluación</b>	Identificar una estrategia de evaluación eficiente y no distractiva o “invasora” para los demás. Algunas posibilidades son: Mediante reportes/cuestionarios/entrevistas a personas que den cuenta desde diferentes perspectivas de cómo está dándose el proceso en el proyecto	Identificar un estrategia de evaluación eficiente y no distractiva o “invasora” para los demás. Algunas posibilidades son: Mediante reportes/cuestionarios/entrevistas a personas que den cuenta desde diferentes perspectivas de cómo está cambiando o no la institución (por ejemplo: en un centro educativo, estudiantes, encargados, docentes no involucrados directamente, etc.) Estos procedimientos permiten comparar el logro.	
<b>¿Quién evalúa?</b>	Identificar quiénes del equipo de trabajo son los más idóneos para evaluar	Identificar quiénes del equipo de trabajo son los más idóneos para evaluar. Algunos miembros del equipo, quienes teniendo la visión panorámica de la ejecución y del andar de la institución van siguiendo los niveles de logro que se alcanzan en las diferentes etapas.	Es recomendable un equipo pequeño y operativo, que congrega personas claves para proporcionar una mirada global al quehacer.

### **12.8.3.2 Documento N° 2 - Instrumentos de evaluación de proyectos**

A continuación se presentan algunas tablas que ayudan a verificar el estado en que se encuentra el desarrollo de un proyecto.

Estado de las etapas y actividades

Para cada etapa del proyecto se completa la tabla siguiente:

- En la columna ESTADO, se seleccionan -marcando con una raya- aquellas oraciones que se aproximen más al estado de la etapa descrito (se puede seleccionar más de una oración).
- En la columna ESTRATEGIAS, se indican las acciones que se tomarán, de acuerdo al estado en que se encuentran las etapas.

Por ejemplo, si se señala -respecto a los tiempos- que la etapa está en el tiempo planificado, podría indicarse en la columna ESTRATEGIAS que se continuará con otras etapas y actividades manteniéndose los plazos estipulados. Si se selecciona en la parte de recursos que los recursos estimados no fueron suficientes, se puede indicar qué estrategias se llevarán a cabo para solucionar dicha situación, si se obtendrán nuevos recursos para seguir con las actividades, o si se eliminará alguna actividad en específico, etc.

**Tabla N°1**

<b>Nombre de la Etapa</b>	<b>Estado</b>	<b>Estrategias</b>
<b>Calidad</b>		
La etapa produjo los productos y/o Rendimientos que se esperaban.		
La etapa produjo algunos de los productos y/o rendimientos que se esperaban.		
La etapa no produjo los productos y/o rendimientos que se esperaban		
Los participantes se mostraron satisfechos con los resultados.		
Los participantes se mostraron medianamente satisfechos con los resultados.		
Los participantes se mostraron insatisfechos con los resultados		
Los participantes manifestaron sentimientos de logro y satisfacción por el desarrollo de las actividades		
Los participantes se manifestaron indiferentes por el desarrollo de actividades		
Los participantes manifestaron sentimientos de frustración e insatisfacción por el desarrollo de las actividades		
<b>Tiempos</b>		
La etapa se realizó en el tiempo planificado.		
La etapa se atrasó siete días o menos días.		
La etapa se atrasó más de una semana.		
<b>Recursos</b>		
Los recursos estimados fueron suficientes.		
Los recursos estimados fueron medianamente suficientes		

## Robótica Educativa - MÓDULO VIII - “PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”

<b>Nombre de la Etapa</b>	<b>Estado</b>	<b>Estrategias</b>
Los recursos estimados no fueron suficientes.		
Los recursos pedagógicos fueron adecuados para el propósito que fueron diseñados		
Los recursos pedagógicos fueron inadecuados para el propósito que fueron diseñados.		
<b>Responsables</b>		
El o los responsables cumplieron con sus roles.		
El o los responsables cumplieron medianamente con su roles.		
El o los responsables no cumplieron con sus roles.		
Para el equipo de trabajo (encargado del proyecto) el esfuerzo desplegado ha valido la pena.		
Para el equipo de trabajo (encargados del proyecto) el esfuerzo desplegado no ha valido la pena)		

### **Revisando el proceso en general**

Esta tabla puede ser utilizada para realizar un análisis del cumplimiento de los objetivos específicos. Es oportuno resaltar que las actividades deberían llevar al cumplimiento de dichos objetivos.

- En la columna OBJETIVOS se colocan los objetivos específicos definidos en el proyecto.
- En la columna ESTADO se seleccionan -marcando con una raya- aquellas oraciones que se aproximen más al estado del objetivo descrito.
- En la columna ESTRATEGIAS, se indican las acciones que se tomarán, de acuerdo al estado en que se encuentran los objetivos. Para el desarrollo del proyecto, es de especial interés que se pueda indicar qué acciones se llevarán a cabo en caso de no estarse cumpliendo el objetivo propuesto.

**Tabla N° 2**

<b>Objetivo</b>	<b>Estado</b>	<b>Estrategias</b>
	El objetivo se ha cumplido totalmente.	
	Faltan algunos elementos para que el objetivo se cumpla totalmente.	

<b>Objetivo</b>	<b>Estado</b>	<b>Estrategias</b>
	El objetivo no se está cumpliendo.	
	El objetivo se ha cumplido totalmente.	
	Faltan algunos elementos para que el objetivo se cumpla totalmente.	
	El objetivo no se está cumpliendo.	

### **Aspectos Positivos y Negativos del Proyecto**

Esta tabla se puede utilizar para realizar un análisis de los aspectos positivos y negativos del proyecto en desarrollo. Se señalan los aspectos positivos y negativos para el proceso (es decir en el "cómo se ha llevado a cabo el proyecto"); en lo referido a los productos obtenidos y en los participantes.

**Tabla N° 3**

<b>Aspectos Positivos</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Productos</b>	<b>Participantes</b>

Una vez completada esta información, es importante analizarla para realizar las adecuaciones pertinentes al proyecto en desarrollo. Además, se medirá el desarrollo del proyecto en su fase de construcción de robots por medio de cuatro instrumentos mostrados posteriormente, los cuales podrán ser aplicados por personal que no participe del proyecto:

### ***Instrumento I: ENCUESTA PARA EVALUACIÓN***

#### **No. 1**

Nombre del Centro Escolar:

Nombre de el/la participante:

<b>Grupo</b>	<b>Aspectos a evaluar</b>
Grupo 1: Personas con conocimientos previos de robótica	Valore los siguientes aspectos del 1 al 5 (siendo 1 el más bajo, 5 alto): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propuesta de modelos de robots.</li> <li>2. Guía de la estructura.</li> <li>3. Temática contenida en los módulos.</li> <li>4. Lego como herramienta para desarrollar la experiencia.</li> </ol>

**Robótica Educativa - MÓDULO VIII - “PROYECTOS DE ROBÓTICA EDUCATIVA”**

	5. Actividades propuestas experimentales.
--	-------------------------------------------

**No. 2**

Nombre del Centro Escolar:

Nombre de el/la participante:

Grupo	Aspectos a evaluar
Grupo 2: Semillero de robótica, estudiantes	Valore los siguientes aspectos del 1 al 5 (siendo 1 el más bajo, 5 alto): 1. Guía de Diseño 2. Propuestas de los modelos de robots 3. Temática contenida en los módulos

**No. 3**

Nombre del Centro Escolar:

Nombre de el/la participante:

Grupo	Aspectos a evaluar
Grupo 3: Persona sin experiencias previas de robótica	Valore los siguientes aspectos del 1 al 5 (siendo 1 el más bajo, 5 alto): 1. Guía de Diseño 2. Propuestas de los modelos de robots Lego como herramienta para desarrollar la experiencia. 3. Actividades propuestas experimentales.

También se medirá el tiempo invertido que demoran los equipos o grupos para armar la plataforma de Robótica propuesta, la cual han propuesto como solución al problema planteado, de acuerdo al siguiente instrumento:

***Instrumento II: TIEMPO INVERTIDO EN LA CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS ROBOTS***

Nombre del Centro Escolar:

Grupo:

Modulo / Tiempo	Tiempo para construir	Tiempo para programar
Robots cooperativos		
Robots bípedos		
Robots hexápodos		

# 13 Rubrica final para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas

## DOCUMENTO DE DIAGNÓSTICO (FINAL)

### Identificación.

Nombre Completo:							
CARGO:							
Docente:	<input type="checkbox"/>	Director Centro Escolar	<input type="checkbox"/>	Asesor Técnico Pedagógico	<input type="checkbox"/>	Coordinador de informática:	<input type="checkbox"/>
Imparte clases en el grado de:							
GRADO DE ESTUDIO/ESPECIALIDAD:							
Profesor(a):	<input type="checkbox"/>						
Técnico:	<input type="checkbox"/>						
Licenciado (a)	<input type="checkbox"/>						
Ingeniero (a)	<input type="checkbox"/>						
Otro (especifique)	<input type="checkbox"/>						
Centro Educativo u organización educacional a la que pertenece:							
Nombre de la institución:							
Código de infraestructura:							

### Indicaciones:

Seleccione el nivel en el que usted se encuentra en las siguientes categorías de la Rúbrica. De acuerdo al nivel elegido, marque en la columna **Puntaje** los puntos que usted se asigna a usted mismo que puede ser desde 1 a 4. Asigne puntaje 0 a aquellas categorías en las cuales usted considera que no cumple con ninguno de los niveles presentados (Principiante, Básico, Medio y Avanzado).

**Robótica Educativa - Rubrica final para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas**

CATEGORIA	NIVELES				PUNTAJE
	PRINCIPIANTE (1 punto)	BÁSICO (2 puntos)	MEDIO (3 puntos)	AVANZADO (4 puntos)	
ASPECTOS PEDAGÓGICOS	He trabajado con tecnologías de información y comunicación en educación, pero sin realizar un proceso de reflexión sobre la incorporación de estas tecnologías a la educación.	He reflexionado sobre la incorporación de las tecnologías de información y comunicación en la educación	Distingo diferentes exigencias pedagógicas que plantea la incorporación de las tecnologías de información y comunicación.	Soy capaz de identificar estrategias para incorporar las tecnologías de información y comunicación en diferentes escenarios educativos y resolver las exigencias pedagógicas que esta incorporación introduce.	1-2-3-4
	Conozco algunos conceptos asociados al trabajo en equipo tales como organización grupal y liderazgo.	Conozco algunos conceptos y terminología básica del trabajo colaborativo, tales como dinámica grupal y comportamientos cooperativos.	Tengo algunos conocimientos respecto a la formación de grupos cooperativos y colaborativos por ejemplo que se organiza el grupo de acuerdo a roles.	Soy capaz de organizar un equipo de aprendizaje cooperativo y colaborativo.	
	Conozco las características de un proyecto educativo.	Identifico los elementos básicos del aprendizaje cooperativo y colaborativo.	Soy capaz de identificar los elementos básicos que deben considerarse en un Proyecto Colaborativo y cooperativo	Soy capaz de desarrollar un Proyecto Colaborativo y cooperativo entre mi establecimiento educacional y otro incorporando tecnologías de información y tal comunicación, como el correo electrónico.	
ASPECTO EVALUATIVO	Conozco diferentes instrumentos de evaluación (no específicos para el trabajo colaborativo), pero no conozco los elementos básicos a considerarse en una evaluación.	Conozco diferentes instrumentos y técnicas de evaluación para el trabajo colaborativo en actividades de aula.	Conozco las preguntas básicas que deben considerarse en el diseño de una evaluación.	Soy capaz de responder las preguntas que deben considerarse al diseñar una evaluación.	
	Conozco diferentes instrumentos y técnicas de evaluación (no específicos para evaluar el trabajo con proyectos colaborativos y el uso de tecnología).	Conozco el diario de procesos y formas para analizar proyecto colaborativos.	He usado el diario de procesos para describir acontecimientos generales y soy capaz de analizar un proyecto colaborativo en base a sus fortalezas y debilidades.	Soy capaz de aplicar el diario de procesos como un instrumento para transformar la práctica docente. Y puedo analizar críticamente un proyecto colaborativo en Web.	

**Robótica Educativa - Rubrica final para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas**

CATEGORIA	NIVELES				PUNTAJE 1-2-3-4
	PRINCIPIANTE (1 punto)	BÁSICO (2 puntos)	MEDIO (3 puntos)	AVANZADO (4 puntos)	
INTERNET	Nunca he usado correo electrónico, aunque conozco de que se trata	Algunas veces he usado correo electrónico, realizando acciones como leer mensajes, redirigirlos y contestarlos	Puedo crear una cuenta de correo electrónico en un servicio gratuito; Sé crear una libreta de direcciones.	Soy capaz de utilizar el correo electrónico regularmente; y sé adjuntar archivos; sé bajar documentos adjuntos al correo.	
	Conozco los navegadores de internet, aunque nunca los he utilizado.	He navegado en Internet con fines recreacionales.	Manejo motores de búsqueda existentes en Internet, tal como AltaVista, Google, entre otros.	Puedo investigar temas educativos utilizando recursos disponibles en línea.	
	Soy capaz de crear una red virtual educativa	Soy capaz de crear una red virtual educativa que puede ser utilizada como herramienta de comunicación y como archivador de recursos en línea.	Soy capaz de integrar recursos disponibles en línea a una red virtual educativa de un proyecto como una herramienta pedagógica a usar con mis estudiantes.	Soy capaz de crear una red virtual educativa para difundir y comunicar el desarrollo de mi proyecto colaborativo. Una red virtual educativa que sirva tanto como archivo digital del proyecto como lugar de encuentro para discusiones y para el trabajo colaborativo	
HERRAMIENTAS DE PRODUCTIVIDAD	Nunca he usado TIC, aunque conozco de que se trata	Algunas veces he usado TIC, realizando acciones como encender una computadora e interactuar con ésta.	Puedo utilizar las TIC; sé utilizar los diferentes programas de texto, presentaciones y hojas de cálculo	Soy capaz de utilizar las TIC, crear documentos de texto, presentaciones y hojas de cálculo para apoyarme al impartir una clase	
ASPECTOS SOBRE ROBÓTICA EDUCATIVA	Nunca he usado tecnologías de robótica, aunque conozco de que se trata	Conozco tecnologías de robótica, y he realizado acciones como reconocimiento e inventario de sus diferentes piezas	Puedo utilizar las tecnologías de robótica; Sé interactuar con sus diferentes componentes y conozco cómo se programan	Soy capaz de construir un robot y hacerlo funcionar correctamente	
	Nunca he escuchado sobre ferias, exposiciones o competencias de TIC o robótica	Conozco qué es una feria, exposición o competencias de TIC o robótica	He apoyado en mi centro escolar a participar en una feria, exposición o competencias de TIC o robótica	He participado directamente dirigiendo un proyecto de TIC o robótica en una feria, exposición o en competencias	

**Robótica Educativa - Rubrica final para participantes en proceso de formación en tecnologías educativas**

CATEGORIA	NIVELES				PUNTAJE
	PRINCIPIANTE (1 punto)	BÁSICO (2 puntos)	MEDIO (3 puntos)	AVANZADO (4 puntos)	1-2-3-4
	Nunca he utilizado software para programar robots	Conozco software para programar robots	Puedo identificar diferentes software para programar robots	He programado robots con al menos un tipo de software	
	Nunca he construido un robots con piezas de bloques u otro tipo	Conoce cómo se construyen robots con piezas de bloques u otro tipo	He construido al menos un robots con piezas de bloque u otro tipo	He construido varios robots con piezas de bloque u otro tipo	
	Nunca he desarrollado proyectos educativos de robótica	Conozco cómo desarrollar un proyecto educativo de robótica	He desarrollo al menos un proyecto educativo de robótica	Desarrollo proyectos educativos de robótica en el aula	

**PUNTAJE TOTAL**

Interpretación puntaje total:

- **0 a 38 puntos:** Tiene un gran desafío: Interiorizarse y aprender más aspectos al uso básico de los recursos tecnológicos.
- **39 a 44 puntos:** Si bien tiene bastantes conocimientos es necesario que siga profundizando algunos contenidos sobre el uso básico de los recursos tecnológicos.
- **45 a 56 puntos:** Usted tiene los conocimientos suficientes para pasar al siguiente nivel de formación.

## 14 Bibliografía

### 14.1 Módulo 0 - Sensibilización

- ADELL, J. (1998): Nuevas tecnologías e innovación educativa. Organización y gestión educativa, 1, pág. 3-7.
- ALONSO GARCÍA, C. y GALLEGO GIL, D. (1995): "Formación del profesor en tecnología educativa" en GALLEGO GIL, D. Y otros (Coord.): Integración curricular de los recursos tecnológicos. Barcelona, Oikos-Tau.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (2006): "Memoria y Balance Anual 2006". Disponible en: <http://www.antel.com.uy>. Último acceso febrero de 2008.
- ARMSTRONG, Thomas. (1999): Las inteligencias múltiples en el aula. En DAVILA, Carmen (2006): Programa pedagógico basado en la inteligencia emocional como estrategia para la atención de niños con dificultades de aprendizaje de la primera etapa de la escuela básica. *Universidad Nacional Abierta*, Venezuela.
- BRUNNER, José (2006): Formación docente y TIC's en Latinoamérica. *Educarchile*. Disponible en <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=107728>. Último acceso septiembre 2013.
- BUCKINGHAM, David (2005): Educación en medios. Alfabetización, aprendizaje y culturas contemporáneas. Barcelona: Ed. Paidós. Colección Comunicación.
- CHOQUE, Raúl (2009). Eficacia en el desarrollo de capacidades TIC en estudiantes de educación secundaria de Lima, Perú. *Revista de Medios y Educación* (N° 35, Julio). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)*. Disponible en <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n35/1.pdf> Último acceso septiembre de 2013.
- CHOQUE, Raúl, SUÁREZ, Cristobal (2008): ¿Aprender de la tecnología?: las capacidades tecnológicas en la escuela. En: *Signo educativo*, Lima, Perú. (año 17, No 167. p 38-41). *Gerencia Social*. Disponible en <http://blog.pucp.edu.pe/item/31233/aprender-de-la-tecnologia>. Último acceso septiembre de 2013
- GARAY, Ricardo, ALBORNOZ, María (2008) "Reflexión en torno a la tecnología educativa". *Revista* N° 87. Disponible en <http://www.fumtep.uy/index.php/quehacer-educativo/item/392-reflexiones-en-torno-a-la-tecnolog%C3%ADa-educativa>. Último acceso Septiembre de 2013
- GARAY, Ricardo (2007): "Aportes para una Tecnología Educativa Situada". Congreso BTM 2007, Área: TIC para extender el aula. Punta del Este.
- GARCÍA CANCLINI, Néstor (2005): Diferentes, desiguales y desconectados.
- GARCIA, Henriquez, NAVIDAD, Juan (2012). Proyecto: Indagar los avances y actitudes ante las nuevas tecnologías educativas, en la formación del personal docente del centro escolar "Daniel Hernández" de Santa Tecla. *Universidad Pedagógica de El Salvador*. Último acceso septiembre de 2013
- CASTELLS, Manuel. (2001): La era de la información. 3ª edición. Vol. 3 Fin de milenio. Madrid, Alianza Editorial.

- ENGELS, Federico, MARX, Carlos. (1974): Obras Escogidas. Moscú, Editorial Progreso.
- UNESCO. Formación docente y las tecnologías de Información y Comunicación, Santiago. 2005
- UNESCO. Estándares DE Competencia en TIC para Docentes. Londres 2008
- VIGOTSKY, Lev (2000): El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona, Crítica.

### **14.2 Módulo I – Fundamentos de robótica educativa**

- AGUILAR, T. (1999): Alfabetización científica y educación para la ciudadanía. Madrid, Narcea.
- ALEJANDRO ALFONSO, C. A., SÁNCHEZ RUIZ, R. y HERRERA LEMUS, K. (2004): Familiarización de los estudiantes con la actividad científico-investigadora: Método dinámico para caracterizar el movimiento de traslación de un cuerpo. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 3, nº 1. Disponible en <http://www.saum.uvigo.es/reec>. Último acceso en septiembre de 2013
- ESCAMILLA, José Guadalupe. “Selección y Uso de Tecnología Educativa”, segunda edición, Trillas, ITESM, 1999.
- IRC: Internet Relay Chat. Servicio de conversación en tiempo real en el cual el usuario puede encontrar participantes “en vivo” de todo el mundo.
- OSORIO GÓMEZ, Luz Adriana. capítulo “Aprendizaje en Ambientes Virtuales y Colaborativos” del libro “Los Computadores en la Nueva Visión Educativa”, Escuela Colombiana de ingeniería, 2000.
- Propuesta de Integración de las Tecnologías de Información y Comunicaciones a los Centros Escolares de Fe y Alegría. Disponible en <http://www.feyalegria.org>. Último acceso en septiembre de 2013
- STELLA Vosniadou, Cómo Aprenden los niños (How children learn), International Academy of Education. Último acceso en septiembre de 2013 Disponible en: <http://www.ibe.unesco.org/International/Publications/EducationalPractices/prachome.htm>. Último acceso en septiembre de 2013
- UNIGARRO GUTIÉRREZ, Manuel Antonio, Educación Virtual: Encuentro Formativo en el Ciberespacio. Editorial UNAB, Bucaramanga, Colombia, 2001.

### **14.3 Modulo II – Aprendizaje basado en proyectos**

- BONILLA, Gladis (2011). Caracterización de modelos de pensamiento casual. *Universidad Tecnológica de Pereira, facultan de ciencias de la educación*. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2313/1/3023B715.pdf>. Último acceso en septiembre de 2013.
- CHAVARRÍA, Mariela. SALDAÑO, Antonio. La robótica educativa como una innovativa interfaz educativa entre el alumno y una situación-problema (en línea). Chile. Disponible en

<http://revistas.ojs.es/index.php/didascalía/article/viewFile/344/352>. Último acceso septiembre de 2013. ISSN: 2224-2643.

- GARCIDUEÑAS, Manuel (2003). Ciencia y valores sociales. *Ingenierías* (Vol VI, No 19. p 18-20). Academia Mexicana de Ciencias.
- Ruiz-Velasco Sánchez, Enrique. Ciencia y Tecnología a través de la Robótica Cognoscitiva. Centro de Estudios sobre la Universidad (CESU). UNAM. México.
- Ruiz-Velasco Sánchez, Enrique. Robótica Pedagógica. Centro de Estudios sobre la Universidad (CESU). UNAM. México.
- Tomado de “La robótica pedagógica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas”. Fundación Omar Dengo. Costa Rica.
- Tomado de: Robotics in the Classroom, Introduction to Robotics, Wright Patterson AFB, Ohio 45433.
- Imágenes y textos tomados del manual de usuario del kit de robótica versión educativa Lego Mindstorm NXT versión 2.1

### **14.3.1 Referencias bibliográficas**

- Confederación Nacional Escuelas Particulares. [www.cnep.org.mx](http://www.cnep.org.mx)
- SÁNCHEZ, Mónica (2006). Robótica Educativa. *Plantel1, blogspot*. Disponible en <http://plantel1.blogspot.com/2006/04/robotica-educativa.html>. Último acceso en septiembre 2013
- Rascal Robot Construction Set. <http://www.robix.com/index.html>.
- Universidad Politécnica de Madrid (2008). Aprendizaje basado en problemas, guía rápida sobre nuevas metodologías. Disponible en [http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf). Último acceso en septiembre de 2013.

### **14.4 Modulo III – Conceptualización de robótica educativa**

- RODRÍGUEZ, Martha. El Desarrollo del pensamiento lógico en la educación infantil. *Ilustrados*. Disponible en <http://www.ilustrados.com/tema/7219/desarrollo-pensamiento-logico-Educacion-Infantil.html>. Último acceso septiembre de 2013.
- RUIZ-Velasco Sánchez, Enrique. Ciencia y Tecnología a través de la Robótica Cognoscitiva. Centro de Estudios sobre la Universidad (CESU). UNAM. México
- RUIZ-Velasco Sánchez, Enrique. Robótica Pedagógica. Centro de Estudios sobre la Universidad (CESU). UNAM. México.
- RUIZ, J, SALAZAR, R. Introducción a la Robótica. Capítulo 1. Universidad de Chile. Disponible en <http://robotica.li2.uchile.cl/EL63G/capitulo1.pdf>. Último acceso septiembre de 2013.
- Tomado de “La robótica pedagógica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Fundación Omar Dengo. Costa Rica.
- Tomado de Robotics in the Classroom, Introduction to Robotics, Wright Patterson AFB, Ohio 45433.

#### 14.4.1 Referencias bibliográficas

- SÁNCHEZ, Mónica (2006). Robótica Educativa. *Plantel1, blogspot*. Disponible en <http://plantel1.blogspot.com/2006/04/robotica-educativa.html>. Último acceso septiembre 2013
- Historai de la Robótica. <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/robotica/historia.htm>
- ICONPUNTO. Campeonato CiR-sft 2012. <http://iconpunto.com/campeonato>.
- Historia de la Robótica (2004). <http://www.roboticspot.com/especial/historia/his2004b.php>
- ROTATECNO ES EDUCACIÓN. <http://rotatecno.blogspot.com>

#### 14.5 Modulo IV – Agentes y robótica

- MORALES, Ma. Lucila (2000): Agentes y arquitectura de control para robots autónomos móviles. Instituto Tecnológico de la Ciudad Madero. Disponible en [http://www.academia.edu/1185430/Agentes\\_y\\_Arquitecturas\\_de\\_Control\\_para\\_Robots\\_Autonomos\\_Moviles](http://www.academia.edu/1185430/Agentes_y_Arquitecturas_de_Control_para_Robots_Autonomos_Moviles). Último acceso septiembre de 2013.
- MORALES, Ma. Lucila, RODRÍGUEZ, Hector, HUACUJA, Fraine, MORFIN, Flores (2000): Arquitectura de diseño que apoye sistemas basados en agentes cooperantes.
- TÉLLEZ, Ricardo. ANGULO, Cecilio. Generando un agente robótico autónomo a partir de la evolución de sub-agentes simples cooperativos. Disponible en <http://www.ouroboros.org/papers/paper3.pdf>. Último acceso septiembre de 2013.

#### 14.5.1 Referencias bibliográficas

- Agentes Robóticos. <http://www.cannes.itam.mx/Espaniol/investigacion/areas/robotica.html>
- Arquitectura de los robots. *Robótica y mecatrónica*. <http://informecatronicarobotica.blogspot.com/p/arquitecturas-de-los-robots.html>
- La domótica en la ciencia ficción. *Sma-inteligencia ambiental*. <http://sma-ambiental.blogspot.com/>
- Robots como sistemas multiagente. *Agentes Físicos*. <http://agentesfisicos-bubal.blogspot.com/>
- Un sensor de rotación. Sensores caseros para MINDSTORMS NXT y EV3. <http://www.nxtorm.es/analogicos/sa-o-encoder-para-NXT.html>

#### 14.6 Modulo V – Programación en robótica educativa

- Herramientas de dibujo.

#### 14.7 Módulo VI – Robots cooperativos e industriales

- CHOQUE, Guillermo (2012): Robótica cooperativa. *El Diario, Ciencia y Computación*. Disponible en [http://www.eldiario.net/noticias/2012/2012\\_03/nt120326/ciencia.php?n=46](http://www.eldiario.net/noticias/2012/2012_03/nt120326/ciencia.php?n=46). Último acceso en septiembre de 2013.
- DE SANTIAGO, Luís (2006): Trabajo Cooperativo en Robots. *Seminario “Diseño y construcción de microrrobots”*. Disponible en <http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/LuisDeSantiagoRodrigo.PDF>. Último acceso en septiembre de 2013.

- Herón de Alejandría. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza, España. Disponible en <http://automata.cps.unizar.es/Biografias/Heron.htm>. Último acceso en octubre de 2013.
- Revista digital para profesionales de la enseñanza (2010): Temas para la Educación (Nº 8 – Mayo). *Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía*, España. ISSN: 1969-4023. Disponible en <http://www2.fe.ccoo.es/andalucia/docu/p5sd7206.pdf>. Último acceso en septiembre de 2013.

### **14.7.1 Referencias bibliográficas**

- Asociación de robótica y domótica de España. <http://www.webdearde.com>
- Federación Internacional de Robot de Fútbol. <http://www.fira.net>
- León mecánico – Leonardo Davinci. KitClub.es. <http://www.kitclub.es/maquetas-kits-a/IT3102/ficha/LEON-MECANICO-Leonardo-da-vinci.html>
- Microsystems & Nanodevices. Universidad de Alberta, Canada. <http://www.ece.engineering.ualberta.ca/Research/MicroNano.aspx>
- Musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel, Suiza. Les Automates Jaquet-Droz. <http://www.mahn.ch/collections-arts-appliques-automates>
- Retired Robots. The Ants: A community of microrobots. *Massachusetts Institute of Technology*. <http://www.ai.mit.edu/projects/ants/>
- Robotics Research Lab. <http://www.robotics.usc.edu>
- The Franklin Institute. Maillardet's Automaton. <http://www.fi.edu/learn/sci-tech/automaton/automaton.php?cts=instrumentation>

## **14.8 Módulo VII – Anatomía de un robot**

### **14.8.1 Fuentes de información**

- Catálogo Actuadores: cilindros. *Micro automatización*. Disponible en <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>. Último acceso en septiembre de 2013
- CONTRERAS, Jesús, TALAMANTES, Edagar, CHACÓN, José, GONZÁLEZ, Jorge, REY, José, ARIAZA, Cyntia (2008): Diseño y construcción de un robot bípedo. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería* (Volumen 1, No 1, 2008). Instituto Tecnológico de Delicias, Chihuahua, México. Disponible en <http://academiajournals.com/downloads/Contreras.pdf>. Último acceso en septiembre de 2013.
- TORRES, José (2009): Diseño y construcción de un robot bípedo caminante. Capítulo 2: robots Caminantes y análisis de su caminata. (Tesis de ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Disponible en [http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2009/torres\\_gj/html/TH.3.html](http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2009/torres_gj/html/TH.3.html). Último acceso en septiembre de 2013

### **14.8.2 Referencias bibliográficas**

- Actuadores en robótica (2011). *Robótica al Descubierta*, blogspot. <http://solorobotica.blogspot.com/2011/08/actuadores-en-robotica.html>

- DASH: la cucaracha robótica que resiste caídas de ocho pisos de altura. *Microsiervos*. <http://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/dash-cucaracha-robotica.html>
- Diseño y construcción de Robots. Maquinas que piensan: Robótica y microcontroladores. [http://www.maquinasquepiensan.com/geocities/descrip\\_hexpider/descrip\\_hexpider.htm](http://www.maquinasquepiensan.com/geocities/descrip_hexpider/descrip_hexpider.htm)
- LittleDog: el pequeño robot que aprende trucos para caminar. *Microsiervos*. <http://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/littledig-pequeno-robot.html>
- MABEL: cómo aprende a andar un robot bípedo, incluyendo trampas y doloras roturas. *Microsiervos*. <http://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/mabel-robot-bipedo.html>
- Robótica y mecatrónica (2012). *Robótica y mecatrónica*. <http://informecatronicarobotica.blogspot.com/>

### **14.9 Modulo VIII – Proyectos de robótica educativa**

- ARZOLA, John P. (2010): Análisis de cociente triádico para procesos de admisión de estudiantes en la fundación Insutec mediante minería de datos. *Revista Vínculos. Universidad distrital Francisco José de Caldas, Costa Rica*. Disponible en <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/vinculos/article/download/4169/5823>. Último acceso en octubre de 2013.
- BRIONES, G. (1995): Preparación y Evaluación de Proyectos Educativos. Santiago: Ed. Andrés Bello.
- CALDERÓN H. Y Roitman B. (1973): Notas sobre Formulación de Proyectos. Santiago: ILPES.
- Centro Virtual de Aprendizaje, Tecnológico de Monterrey. Robert Sternberg: los perfiles de estilos y la inteligencia. Disponible en [http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21-tec/modulo\\_2/modelo\\_robert\\_sternberg.htm](http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21-tec/modulo_2/modelo_robert_sternberg.htm). Último acceso en octubre de 2013.
- CONDEMARÍN, M., GALDAMES, V. y MEDINA, A. (1991): Modelos y Proyectos. Taller de perfeccionamiento en lenguaje oral y escrito. Santiago: MINEDUC.
- LEÓN, M. y RIPOLL, M. (1998): Apunte Definición de Proyecto Educativo. Temuco: Instituto de Informática Educativa. Universidad de La Frontera.
- MECE-MINEDUC. (1997): Gestión del Liceo. Carpeta II. El Reto a la innovación. Santiago: MINEDUC.
- Ministerio de Educación, República de Chile (1998): Manual para la Educación Básica; Proyectos de Mejoramiento Educativo. Santiago: División de Educación General, MINEDUC.
- Ministerio de Educación, República de Chile (2000): Proyectos de Mejoramiento Educativo PME (En línea) Habilitado en [www.MINEDUC.cl/basica/pme.htm](http://www.MINEDUC.cl/basica/pme.htm) (2000, 21 de septiembre)
- RANDOLPH, W y POSNER, B. (1993): Gerencia de Proyectos, como dirigir exitosamente equipos de trabajo. Colombia: McGraw-Hill Universidad Diego Portales (2000) Apuntes Curso Formulación de Proyectos Educativos. Magister en Planificación y Gestión Educacional. Santiago: Escuela de Postgrado. Facultad de Ciencias Administrativas Universidad Diego Portales Vásquez, R. (2000): Administración de proyectos (En línea) Habilitado en [www.sicco.com.mx/revista/administrate/42/A42-13.html](http://www.sicco.com.mx/revista/administrate/42/A42-13.html) (2000, 21 de septiembre)

- Red Enlaces, Ministerio de Educación, República de Chile. Trabajos Colaborativos. *Plan Maestro, Centro de educación y Tecnología*. Disponible en <http://www.c5.cl/redenlaces/Recursos/Manuales/Trabajo%20Colaborativo.pdf>. Último acceso en septiembre de 2013.