

Manual de manejo de Dispositivos Lego Mindstorms

Un apoyo para la enseñanza de las matemáticas

LEGO
MATH



$$A = \pi r^2$$



$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k}$$

COLECCIÓN MAESTROS No. 22

Euclides Murcia Londoño - Juan Carlos Henao López
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA



MANUAL DE MANEJO DE DISPOSITIVOS LEGO MINDSTORMS

Un apoyo para la enseñanza de las matemáticas

Euclides Murcia Londoño

Juan Carlos Henao López

Entre Ciencia e Ingeniería

Grupo de Investigación

Universidad Católica de Pereira

Pereira

2018

Murcia Londoño, Euclides.

Manual de manejo de dispositivos Lego Mindstorms: Un apoyo para la enseñanza de las matemáticas / Euclides Murcia Londoño, Juan Carlos Henao López. -- 1a. ed. - Colombia : Pereira : Universidad Católica de Pereira, 2018.

198 p. -- (Colección Maestros, No. 22)

ISBN 978-958-8487-34-2 (Impreso). -- ISBN 978-958-8487-34-2 (Electrónico)

1. Enseñanza de las Matemáticas. 2. Ingeniería electrónica 3. Ingeniería del control automático. 4. Robótica I. Henao López, Juan Carlos. II. Universidad Católica de Pereira. V. Serie.

CDD 006.3

Catalogación en la publicación – Universidad Católica de Pereira

Universidad Católica de Pereira

Título: Manual de manejo de dispositivos Lego Mindstorms: Un apoyo para la enseñanza de las matemáticas

Autores: Euclides Murcia Londoño, Juan Carlos Henao López

ISBN 978-958-8487-34-2 (Impreso)

ISBN 978-958-8487-34-2 (Electrónico)

Primera edición 2018

Número de ejemplares: 250

Rector de la Universidad Católica de Pereira: Pbro. Jhon Fredy Franco Delgado

Vicerrector Académico: Willmar de Jesús Acevedo Gómez

Directora de Investigaciones: María Luisa Nieto Taborda

Corrección de Estilo: Giohanny Olave Arias

Diseño carátula: Euclides Murcia Londoño, Juan Carlos Henao López

Diagramación e impresión:

GRÁFICAS BUDA, SAS.

Calle 15 No. 6-23 PBX: 335 72 35

Pereira – Risaralda - Colombia

Reservados todos los derechos

© Universidad Católica de Pereira, 2018

Carrera 21 No. 49-95 Pereira

Teléfono 312 40 00

ucp@ucp.edu.co www.ucp.edu.co

© Euclides Murcia Londoño,

Juan Carlos Henao López

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la UCP, ni genera su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos contenidos en la obra, así como por la eventual información sensible publicada en ella.

Pereira, Colombia

Mayo de 2018

ISBN 978-958-8487-34-2





ÍNDICE DE CONTENIDO

Prólogo	15
Resumen	17
Introducción	19
Descripción de la metodología empleada	21
Capítulo 1: PROGRAMACIÓN BÁSICA EN BLOQUE	23
1.1 Introducción	25
1.2 Fundamentación teórica	25
1.3 Metodología	25
1.4 El Bloque NXT y EV3	26
1.4.1 Generalidades del BLOQUE NXT	27
1.4.2 Generalidades del Bloque EV3	31
1.5 La Programación del NXT 2.0	36
1.5.1 El Menú Principal	37
1.5.2 Carpetas y Archivos en el Bloque NXT 2.0	38
1.5.3 Programación en la Unidad NXT	38
1.5.4 Opción Try Me	43
1.5.5 Opción VIEW	44
1.5.6 Opción Settings	45
1.6 Programación básica del EV3	46
1.6.1 Ejecutar Recientes –Run Recent–	47
1.6.2 Navegación de Archivos –File Navigation–	48
1.6.3 Aplicaciones del Bloque –Brick App–	48
1.6.4 Configuración del Bloque. –Settings–	59
1.7 Actividad de apropiación del conocimiento	60
Capítulo 2: MOTORES Y SENSORES	61
2.1 Introducción	63
2.2 Fundamentación teórica	63
2.3 Metodología	64
2.4 Sensor de Presión	64



2.4.1	Funcionamiento del Sensor de Presión unidad NXT.....	65
2.4.2	Funcionamiento del Sensor de Contacto Unidad EV3.....	66
2.5	Sensor de Sonido	67
2.5.1	Funcionamiento del Sensor de Sonido en la unidad NXT	68
2.6	Sensor de Color o Luz.....	69
2.6.1	Funcionamiento del Sensor de Luz en la unidad NXT	70
2.6.2	Funcionamiento del Sensor de Color en la unidad EV3	70
2.7	Sensor de Proximidad.....	72
2.7.1	Funcionamiento del Sensor Ultrasónico en la unidad NXT	73
2.7.2	Funcionamiento del Sensor Ultrasónico en la unidad EV3	74
2.8	Sensor de Giro	75
2.9	SERVOMOTORES.....	76
2.9.1	Funcionamiento de los Servomotores unidad NXT	77
2.9.2	Funcionamiento de los Motores en la unidad EV3.	78
2.9.3	Motor Mediano.....	79
2.10	Lámpara	81
2.10.1	Funcionamiento de la Lámpara.	81
2.11	Actividad de apropiación del conocimiento.....	82
Capítulo 3: BLUETOOTH.....		85
3.1.	Introducción.....	87
3.2.	Fundamentación teórica.....	87
3.3.	Metodología.....	87
3.4.	Conexión entre una PC y una unidad NXT.	88
3.5.	Submenú Bluetooth en la NXT	90
3.5.1.	Conexión entre dispositivos NXT	92
3.6.	Conexión Bluetooth para el EV3	93
3.6.1.	Interfaz Bluetooth del EV3.....	95
3.7	Actividad de apropiación del conocimiento.....	95
Capítulo 4: INTERFAZ DE LAS UNIDADES LEGO PARA PC		101
4.1	Introducción.....	103
4.2	Fundamentación teórica.....	103
4.3	Metodología.....	104
4.4	Unidad EV3.....	104
4.5	Pantalla de Inicio	105
4.6	Área de trabajo para la unidad EV3.....	106
4.7	Pestañas de Bloques Programación	109
4.7.1	Pestañas de Acción	109

4.7.2	Pestaña de Control de Flujo.....	110
4.7.3	Pestaña de Sensores.....	111
4.7.4	Pestaña de Datos	112
4.7.5	Pestaña de Bloques Avanzados	113
4.7.6	Mis Bloques	114
4.8	Sección de Hardware.....	115
4.9	Bloques constructivos de acción	116
4.10	Bloque de Motor Mediano.....	117
4.11	Bloque de Motor Grande	119
4.12	Bloque Mover la Dirección	123
4.13	Bloque Mover Tanque.....	125
4.14	Bloque Pantalla	126
4.15	Bloque Sonido	130
4.16	Bloque Luz de Estado del Bloque EV3	133
4.17	Bloques de Control de Flujo	134
4.18	Cable de Datos	134
4.19	Bloque Iniciar	136
4.20	Bloque Esperar en Modo Comparar.....	137
4.21	El Bloque Esperar en el Modo Cambiar	144
4.22	Bloque Bucle.....	147
4.23	Bloque Interruptor.....	149
4.24	Interruptor de Bucle.....	151
4.25	Operaciones con Datos	152
4.26	Bloque Variables.....	152
4.27	Bloque Constantes	154
4.28	Bloque Secuencias	155
	4.28.1 Opción Anexar.....	157
	4.28.2 Opción Leer en el Índice	157
	4.28.3 Modo Escribir en Índice.....	158
	4.28.4 Longitud.	159
4.29	Bloque Operaciones Lógicas.....	159
4.30	Bloque Matemáticas.....	161
4.31	Bloque Redondear.....	163
	4.31.1 Modo Al más cercano.....	163
	4.31.2 Redondear hacia Arriba o Redondear hacia abajo	163
	4.31.3 Truncar	164
4.32	Bloque Comparar	164
4.33	Bloque Rango	165
4.34	Bloque Texto.....	166
4.35	Bloque Aleatorio	167



4.35.1	Modo Numérico	167
4.35.2	Bloque Aleatorio en modo lógico	168
4.4	Actividad de apropiación del conocimiento.....	168
Capítulo 5: APLICACIONES		173
5.1	Trabajo con Bloques de Acción	175
5.1.1	Actividad N° 1. Hacer avanzar y retroceder el Robot	175
5.1.2	Actividad N°2. Hacer girar un Robot	176
5.1.3	Actividad N°3. Ida y Vuelta del Robot.....	176
5.1.4	Actividad N°4. Construyendo paralelogramos	177
5.1.5	Actividad N°5. Siguiendo una ruta circular	177
5.2	Trabajo con Sensores y Bloques de Control de Flujo	178
5.2.1	Actividad N° 6. Aplicando un pequeño Delay.....	178
5.2.2	Actividad N° 7. Avanzando hasta que se presione el sensor de contacto..	178
5.2.3	Actividad N° 8. Efecto vampiro.....	178
5.2.4	Actividad N°9. Identificando los Colores.....	179
5.2.5	Actividad N°10. Siguiendo Migas de Pan	179
5.3	Comunicación Entre dispositivos Lego	180
5.3.1	Actividad N° 11. Los primeros comandos.....	180
5.3.2	Actividad N° 12. Se armó la rumba	180
5.3.3	Actividad N° 13. Buscando a mi otro amigo.....	180
6.	Relación entre los objetivos propuestos y los resultados obtenidos.....	181
7.	Descripción breve de los aportes y la reflexión personal de los investigadores	193
8.	Referencias Bibliográficas	194

Tabla de ilustraciones

Figura 1.	Bloques MINDSTORMS EV3 y NXT	26
Figura 2.	Partes fundamentales del Bloque NXT de LEGO MINDSTORMS	27
Figura 3.	Logo para protocolo USB y Bluetooth.....	28
Figura 4.	Botones de comando unidad NXT	28
Figura 5.	Pantalla principal de visualización.	29
Figura 6.	Puertos de Conexión de los sensores de las unidades NXT	30
Figura 7.	Puertos de salida para conexión de motores y/o lámparas.....	31
Figura 8.	Partes fundamentales del Bloque EV3 de LEGO MINDSTORMS	32
Figura 9.	Parte de superior de la unidad EV3, con cuatro puertos de salida un puerto USB.....	33
Figura 10.	Botones de comando de la unidad EV3	34
Figura 11.	Colores que indican el estado de la unidad EV3	34
Figura 12.	Motores.....	35
Figura 13.	Sensor de Giro en la unidad EV3.	36
Figura 14.	Unidad EV3 con diferentes sensores y actuadores	36
Figura 15.	Pantallas del menú “My Files”	38
Figura 16.	Submenú para la programación directa del BLOQUE NXT.....	39
Figura 17.	Selección FORWARD (Hacia adelante)	39
Figura 18.	Selección TOUCH (Toque)	40
Figura 19.	Selección BACKWARD (Hacia atrás)	41
Figura 20.	Selección TOUCH (Toque)	41
Figura 21.	Selección LOOP (repetir).....	42
Figura 22.	Selección RUN. Ejecutar el programa.....	43
Figura 23.	Opción Try Me de la unidad NXT	43
Figura 24.	Submenú de la opción Try Me.....	44
Figura 25.	Opción VIEW.....	44
Figura 26.	Opción Settings.....	45
Figura 27.	Opción para borrar archivos	45
Figura 28.	Pantalla principal del Bloque EV3	46
Figura 29.	Pantalla de Ejecutar Recientes.	47
Figura 30.	Pantalla Archivos y Programas	48
Figura 31.	Pantalla Aplicaciones del Bloque.....	49
Figura 32.	Pantalla de Control de Motores	50
Figura 33.	Control Infrarrojo y Sensor Infrarrojo EV3.	50
Figura 34.	Pantalla de inicio para programar directamente en el Bloque	51
Figura 35.	Pantalla con diferentes aplicaciones para el EV3.	52



Figura 36.	Configuración para ejecutar un programa.....	53
Figura 37.	Ingreso a la aplicación para crear un programa.....	54
Figura 38.	Pantalla de inicio para la creación de un programa.....	55
Figura 39.	Icono para que funcionen simultáneamente los motores.....	55
Figura 40.	Instrucción que le indica al EV3 mover motores hacia adelante.	55
Figura 41.	Icono de sensor de tacto	56
Figura 42.	Instrucción de espera en el sensor de presión o tacto.....	56
Figura 43.	Icono de lapso de tiempo.....	57
Figura 44.	Comando de espera de la unidad EV3.....	57
Figura 45.	Instrucción que le indica al EV3 mover motores hacia atrás.....	58
Figura 46.	Fin de la rutina o programa	58
Figura 47.	Programa completo de avance y retroceso del motor.....	59
Figura 48.	Pantalla Configuración del Bloque	59
Figura 49.	Giroscopio de la unidad EV3	64
Figura 50.	Sensor de presión o contacto unidad NXT	65
Figura 51.	Opciones para el sensor de presión	65
Figura 52.	Posiciones del sensor de presión.....	66
Figura 53.	Visualización de los puertos en las unidades EV3	66
Figura 54.	Prueba del Sensor de Tacto	67
Figura 55.	Sensor de Sonido.....	67
Figura 56.	Equivalencias aproximadas entre el dispositivo NXT y los umbrales de audición.....	68
Figura 57.	Configuración del sensor de sonido	69
Figura 58.	Naturaleza de los colores que puede leer el sensor de luz.....	69
Figura 59.	Configuración del sensor de luz para que mida luz reflejada	70
Figura 60.	Sensor de Luz o Color Unidad EV3	71
Figura 61.	Opciones del Menú del Sensor de Color.....	71
Figura 62.	Sensor de Proximidad por Infrasonido.....	73
Figura 63.	Funcionamiento del Sensor de Proximidad.....	73
Figura 64.	Visualización de los Puertos en la unidad EV3.....	74
Figura 65.	Sensor de proximidad.....	74
Figura 66.	Sensor de giro o sensor giroscópico.....	75
Figura 67.	Pantalla del Sensor Giroscópico.....	75
Figura 68.	Opciones del Sensor Giroscópico	76
Figura 69.	Servomotor de los LEGO MINDSTORMS unidad NXT.....	77
Figura 70.	Servomotor grande de los LEGO MINDSTORMS unidad EV3 ...	77
Figura 71.	Funcionamiento de un Servomotor	78
Figura 72.	Pantalla de visualización de Puertos	78
Figura 73.	Pantalla de control para motor grande.....	79
Figura 74.	Motor Mediano de la unidad LEGO MINDSTORMS EV3.....	80

Figura 75.	Pantalla de control para el motor pequeño.....	80
Figura 76.	Lámpara de la Unidad LEGO MINDSTORMS	81
Figura 77.	Funcionamiento de la Lámpara en las unidades NTX	81
Figura 78.	Esquema para el desarrollo de la práctica 1	82
Figura 79.	Esquema para el desarrollo de la práctica 2	82
Figura 80.	Esquema para el desarrollo de la práctica 3	83
Figura 81.	Esquema para el desarrollo de la práctica 4	83
Figura 82.	Símbolo para la tecnología Bluetooth	87
Figura 83.	Icono de la aplicación LEGO MINDSTORMS	88
Figura 84.	Controlador de la Unidad NXT 2.0	88
Figura 85.	Conexión entre la unidad NXT y la PC	89
Figura 86.	Código de acceso de seguridad a la unidad NXT.	89
Figura 87.	Submenú de la Opción Bluetooth.	90
Figura 88.	Dispositivos conectados directamente para la unidad NXT	91
Figura 89.	Visibilidad de la unidad LEGO MINDSTORMS	91
Figura 90.	Disposición para la conexión entre dispositivos LEGO.....	92
Figura 91.	Proceso para conexión Bluetooth entre Bloques.....	92
Figura 92.	Pantalla de Acceso al aplicativo del Bluetooth.....	94
Figura 93.	Pantalla de opciones de Bluetooth cuando esta encendido.	94
Figura 94.	Pantalla con opciones para el Bluetooth de la unidad EV3.....	95
Figura 95.	Robot de práctica	96
Figura 96.	Conexión entre PC y Robot	96
Figura 97.	Algoritmo de inicio	97
Figura 98.	Algoritmo de inicio- giro de servomotor.....	97
Figura 99.	Algoritmo de movimiento de servomotor superior	98
Figura 100.	Algoritmo de movimiento de servomotores (Superior-Inferior).....	99
Figura 101.	Algoritmo -aplicación sensor de contacto	99
Figura 102.	Aplicación del sensor de contacto	100
Figura 103.	Conexión de la unidad EV3 a un PC	104
Figura 104.	Pantalla de inicio del software LEGO MINDSTORMS unidad EV3.....	105
Figura 105.	Carpeta con nuevo proyecto	106
Figura 106.	Pantalla de propiedades del proyecto unidades EV3.....	107
Figura 107.	Área de trabajo de la unidad EV3. Zona de Proyecto.....	108
Figura 108.	Barra de Herramientas.....	109
Figura 109.	Bloques constructivos de Acción.....	110
Figura 110.	Bloques constructivos de la pestaña de Acción.....	110
Figura 111.	Bloques constructivos de Control de Flujo	110
Figura 112.	Bloques Constructivos de la Pestaña de Flujo	111



Figura 113.	Pestaña de sensores de las unidades EV3	111
Figura 114.	Bloques Constructivos de la pestaña de Sensores	112
Figura 115.	Pestaña de Bloques de Datos	112
Figura 116.	Bloques Constructivos de la pestaña de Datos	113
Figura 117.	Pestaña de Bloques Avanzados	113
Figura 118.	Bloques Constructivos de la Pestaña de Avanzado.....	114
Figura 119.	Pestaña de Mis Bloques	114
Figura 120.	Información del Bloque.....	115
Figura 121.	Pestaña Vista de Puertos	116
Figura 122.	Pestaña de Bloques EV3 disponibles.....	116
Figura 123.	Bloque de Control de Motor Mediano	117
Figura 124.	Modos del Motor Mediano	118
Figura 125.	Opciones del Selector de Modos.....	118
Figura 126.	Modos de Encendido el Motor.....	119
Figura 127.	Bloque de Control Grande	120
Figura 128.	Modos del Motor Grande.....	120
Figura 129.	Opciones en el selector de modos.....	120
Figura 130.	Tipos de Encendido del motor Grande.....	122
Figura 131.	Naturaleza de Giro del Motor Grande.....	122
Figura 132.	Configuración en hardware de la unidad EV3 como un robot de movimiento simple	123
Figura 133.	Bloque Control de Dirección	124
Figura 134.	Entrada DIRECCIÓN que controla el giro en curva de un robot	124
Figura 135.	Bloque Mover Tanque	125
Figura 136.	Modo Encendido para el Control Tanque.....	126
Figura 137.	Algunas imágenes Prediseñadas.....	126
Figura 138.	Bloque Pantalla	127
Figura 139.	Visualización de la imagen en la interfaz de la PC.....	128
Figura 140.	Dimensiones de la pantalla de la unidad EV3	128
Figura 141.	Opciones del Selector de Modos.....	129
Figura 142.	Campo de Texto en el Bloque Pantalla.....	129
Figura 143.	Bloques para la construcción de figuras en la pantalla	130
Figura 144.	Opciones del Selector de Modo	131
Figura 145.	Bloque Sonido.....	131
Figura 146.	Bloque Sonido en la opción Tono.....	132
Figura 147.	Bloque Reproducir Nota	132
Figura 148.	Bloque Luz de Estado del Bloque EV3	133
Figura 149.	Opciones del Selector de Modos en el Control de Bloque de Luz de Estado EV3	133

Figura 150.	Tipos de datos	135
Figura 151.	Tipos de entradas y salidas de datos para los Bloques	136
Figura 152.	Bloque Iniciar.....	137
Figura 153.	Bloque de Espera en el modo Tiempo	137
Figura 154.	Opciones en el selector de modo	138
Figura 155.	Opciones para cada Modo	138
Figura 156.	Estructura del Bloque Espera.....	139
Figura 157.	Bloque Esperar en la opción Conjunto de Botones.....	139
Figura 158.	Opciones dentro de Comparar para el Bloque de Espera en el modo de sensor de color.....	140
Figura 159.	Opciones en las entradas del Bloque Botones del EV3.....	140
Figura 160.	Bloques Constructivos del Sensor de Color	140
Figura 161.	Opciones dentro de Comparar para el Bloque de Espera en Modo de Rotación del Motor	141
Figura 162.	Opciones de Comparar en Modo Rotación del Motor.....	141
Figura 163.	Bloque Esperar en el modo Táctil	142
Figura 164.	Bloque Esperar en Modo Temporizador	142
Figura 165.	Opciones del Bloque Entrada en el modo Sensor Infrarrojo....	143
Figura 166.	Bloque Constructivo de Espera en el modo Proximidad	143
Figura 167.	Dirección de la variación	144
Figura 168.	Bloque Esperar en opción Cambio	144
Figura 169.	Bloque Espera en el modo Botones del Bloque EV3	145
Figura 170.	Bloque Táctil	145
Figura 171.	Bloque Sensor de Color en varios modos.....	146
Figura 172.	Bloque Espera en el Modo Infrarrojo con la opción cambiar ...	146
Figura 173.	Bloque Espera en modo Temporizador con opción Cambiar ...	147
Figura 174.	Opciones del Bloque de Bucle	147
Figura 175.	Bloque para un Bucle-Loop.....	148
Figura 176.	Dos modos de configuración de Bloque EV3.....	148
Figura 177.	Dos modos de configuración de Bloque EV3.....	149
Figura 178.	Opciones en el Selector de Modo	150
Figura 179.	Bloque Interruptor para programación del EV3- Switch Case..	150
Figura 180.	Bloque Interruptor en el modo Botones del EV3.....	151
Figura 181.	Bloque Interrupción del Bucle- Break.....	152
Figura 182.	Bloque Variable de las Unidades EV3	152
Figura 183.	Variables en la estructura	152
Figura 184.	Modos del Bloque Variables	152
Figura 185.	Estructura del Bloque Variable	153
Figura 186.	Opciones para el tipo de datos que se almacena o se lee.....	154
Figura 187.	Bloque de Constante	154



Figura 188.	Representación de vectores en R^3	155
Figura 189.	Estructura de una secuencia o arreglo	156
Figura 190.	Opciones en el Selector de modo.....	156
Figura 191.	Estructura básica del Bloque Secuencia.....	156
Figura 192.	Modo Anexar en el Bloque Secuencias.....	157
Figura 193.	Modo Leer Índice en el Bloque de Secuencias.....	158
Figura 194.	Bloque Secuencia en el modo Escribir en el Índice	158
Figura 195.	Bloque Secuencia en el modo Longitud.....	159
Figura 196.	Modos en el Bloque Operaciones Lógicas.....	160
Figura 197.	Bloque Operaciones Lógicas.....	160
Figura 198.	Salidas del Bloque Operaciones Lógicas en diversos modos.....	161
Figura 199.	Opciones en el selector de Modo del Bloque Matemática	161
Figura 200.	Bloque Matemática	161
Figura 201.	Opciones dentro de la barra de Ecuación.....	161
Figura 202.	Opciones del Selector de Modo	162
Figura 203.	Bloque Matemática en el Modo Avanzado.....	162
Figura 204.	Bloque Redondear.....	163
Figura 205.	Bloque Redondear en Modo Truncar.....	164
Figura 206.	Opciones en el Selector de Modo del Bloque Comparar	165
Figura 207.	Bloque Comparar.....	165
Figura 208.	Bloque Rango.....	166
Figura 209.	Opciones del Selector de Modo	166
Figura 210.	Bloque Texto	167
Figura 211.	Bloque Aleatorio en modo Numérico.	167
Figura 212.	Bloque Aleatorio en el modo Lógico.....	168
Figura 213.	Algoritmo hacia adelante-hacia atrás.....	169
Figura 214.	Proyecto: Inicio de función.....	169
Figura 215.	Algoritmo - anexo Bloque de pantalla.....	170
Figura 216.	Estructura de decisión acorde a evento producido por el sensor	171
Figura 217.	Uso del Switch Case	172
Figura 218.	Gráfico de Robot.....	175
Figura 219.	Bosquejo para actividad propuesta.....	176
Figura 220.	Bosquejo para actividad propuesta.....	177
Figura 221.	Bosquejo para actividad propuesta.....	177
Figura 222.	Bosquejo para actividad propuesta.....	179



Lista de tablas

Tabla 1.	Características de los modelos NXT y EV3	26
Tabla 2.	Significado de los principales íconos en la unidad NXT.....	29
Tabla 3.	Identificación de los puertos de entradas de la unidad NXT	30
Tabla 4.	Identificación de puertos de salida en la unidad NXT.....	31
Tabla 5.	Identificación para los puertos de salida.....	33
Tabla 6.	Menú y Submenús del BLOQUE NXT	37
Tabla 7.	Sensores de las Unidades NTX y EV3	64
Tabla 8.	Codificación de colores en la unidad LEGO MINDSTORMS EV3.....	72
Tabla 9.	Estados de conexión	91
Tabla 10.	Valores lógicos de salida (estado)	135



Lista de ilustraciones

Ilustración 1 . Sección de Hardware	115
---	-----



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

El escudo de la Universidad está constituido por un círculo en cuyo centro hay un sol que tiene en el interior un libro con dos letras griegas.

El sol tradicionalmente representa a Jesucristo. Él es la luz que alumbra a todo hombre, concretamente al hombre de hoy con sus preocupaciones, proyectos y expectativas. La Universidad quiere ser un instrumento eficaz al servicio de la luz de Cristo que ilumina al hombre.

"Para vosotros se alzaré un sol de justicia que traerá en sus alas la salud"
(Malaquías 4,2)

"Por la entrañable misericordia de nuestro Dios nos visitará el sol que nace de lo alto para iluminar a los que viven en tinieblas y en sombras de muerte, para guiar nuestros pasos por el camino de la paz" (Lc. 1,79)

El libro representa la Universidad; en las páginas están grabadas dos letras griegas, que son las iniciales del nombre de Jesucristo: la jota de Iesous (Ι) y la Ji de Christós (Χ), porque la comunidad universitaria quiere ir al hombre para darle la luz recibida de Cristo.

"La Palabra (Cristo) era la luz verdadera que alumbra a todo hombre"
(Juan 1,9)

Las palabras latinas "illuminat hominem" ("ilumina al hombre") recogen el sentido de la misión de la UCP. Por tanto su razón de ser es la de ofrecer a cada bachiller el APOYO para que llegue a Ser Gente, Gente de Bien, Profesionalmente capaz, y esto como realización de su proyecto personal de vida, que lo hará "instrumento eficaz al servicio de la luz de Cristo que ilumina al hombre".

ISBN 978-958-8487-34-2



9 789588 487342