



# De la automatización a la robótica

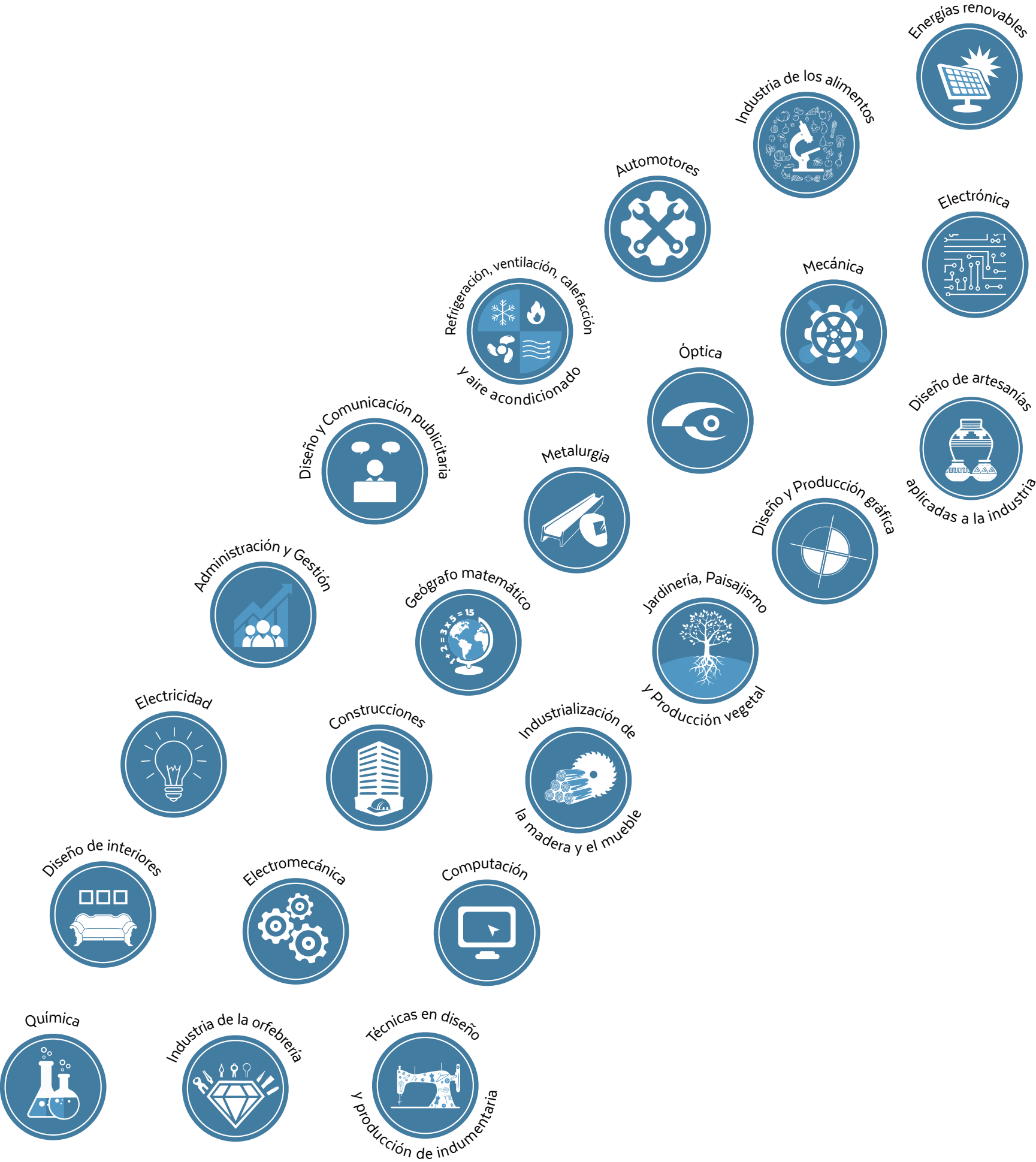


# Buenos Aires Ciudad

# Vamos Buenos Aires

# Taller

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación e Innovación | Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología.



### **JEFE DE GOBIERNO**

Horacio Rodríguez Larreta

### **MINISTRA DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN**

María Soledad Acuña

### **SUBSECRETARIO DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Diego Javier Meiriño

### **DIRECTORA GENERAL DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO**

María Constanza Ortiz

### **GERENTE OPERATIVO DE CURRÍCULUM**

Javier Simón

### **SUBSECRETARIO DE CIUDAD INTELIGENTE Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA**

Santiago Andrés

### **SUBSECRETARIA DE COORDINACIÓN PEDAGÓGICA Y EQUIDAD EDUCATIVA**

Andrea Fernanda Bruzos Bouchet

### **SUBSECRETARIO DE CARRERA DOCENTE Y FORMACIÓN TÉCNICA PROFESIONAL**

Jorge Javier Tarulla

### **SUBSECRETARIO DE GESTIÓN ECONÓMICO FINANCIERA Y ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS**

Sebastián Tomaghelli

### SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SSPECT)

#### DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO (DGPLEDU)

#### GERENCIA OPERATIVA DE CURRÍCULUM (GOC)

Javier Simón

**EQUIPO DE EDUCACIÓN TÉCNICA:** Isidro Miguel Ángel Rubiés, Verónica Valdez

**ESPECIALISTA:** Pablo E. Rodríguez

**AGRADECIMIENTOS:** al equipo de InTec, Julia Campos (coordinación), Josefina Gutiérrez, Soledad Olaciregui

Este material fue elaborado sobre la base del material *Del control automático a la robótica*.

#### IDEA ORIGINAL DE EQUIPO EDITORIAL DE MATERIALES DIGITALES (DGPLEDU)

Silvia Saucedo (coordinación), Octavio Bally, María Laura Cianciolo, Ignacio Cismondi, Bárbara Gomila, Marta Lacour, Manuela Luzzani Ovide, Alejandra Mosconi, Patricia Peralta

#### EQUIPO EDITORIAL EXTERNO

**COORDINACIÓN EDITORIAL:** Alexis B. Tellechea

**DISEÑO GRÁFICO:** Estudio Cerúleo

**EDICIÓN:** Fabiana Blanco, Natalia Ribas

**CORRECCIÓN DE ESTILO:** Federico Juega Sicardi

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Taller. De la automatización a la robótica. Segundo año. - 1a edición para el profesor - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Ministerio de Educación e Innovación, 2019.  
Libro digital, PDF - (Educación técnica)  
  
Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-673-552-0  
  
1. Educación Secundaria. 2. Educación Técnica. 3. Robótica. I. Título.  
CDD 629.892

ISBN 978-987-673-552-0

Se autoriza la reproducción y difusión de este material para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se especifique claramente la fuente.  
Se prohíbe la reproducción de este material para reventa u otros fines comerciales.

Las denominaciones empleadas en este material y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte del Ministerio de Educación e Innovación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Fecha de consulta de imágenes, videos, textos y otros recursos digitales disponibles en internet: 15 de octubre de 2019

© Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Ministerio de Educación e Innovación / Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología.  
Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum, 2019.  
Holmberg 2548/96, 2° piso - C1430DOV - Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

© Copyright © 2019 Adobe Systems Software. Todos los derechos reservados.  
Adobe, el logo de Adobe, Acrobat y el logo de Acrobat son marcas registradas de Adobe Systems Incorporated.

### Presentación

La serie de materiales para la Modalidad Técnico Profesional de Nivel Secundario presenta distintas propuestas de enseñanza en las que se ponen en juego tanto los contenidos, los saberes, las habilidades, las capacidades y las competencias, como los diversos tipos de prácticas profesionales que mejor representan la especificidad de esta formación. Estos materiales digitales colaboran en la implementación del *Diseño Curricular Jurisdiccional del Primer Ciclo* de la Modalidad Técnico Profesional de Nivel Secundario de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Resolución N° 4145/SSGEC/2012) y se vinculan con el Desarrollo del *Diseño Curricular Jurisdiccional* del mismo (Resolución N° 2822/MEGC/2014, ANEXO I).

Las propuestas de enseñanza que se presentan en esta serie se corresponden con las características y formas de trabajo docente señaladas en la Resolución CFE N°93/09 para fortalecer la organización y la propuesta educativa de la Educación Secundaria Obligatoria de todo el país. Asimismo, se relacionan directamente con las Resoluciones CFE N° 330 /17, 341/18, 342/18 y 343/18, y con el documento “La Educación Técnico Profesional de Nivel Secundario: orientaciones para su innovación”, que plantea la necesidad de instalar distintos modos de apropiación de los saberes, que dan lugar a nuevas formas de enseñanza, de organización del trabajo de los profesores, del uso de los recursos y los ambientes de aprendizaje. En estas normas se promueven también la profundización de contenidos tecnológicos relevantes como la robótica y la programación, nuevas formas de agrupamiento de los estudiantes, el aprovechamiento de los “entornos de aprendizaje” provistos de tecnología educativa actualizada y el fortalecimiento del vínculo de la escuela con el mundo productivo en sus diversas formas. Consecuentemente, los materiales propuestos colaboran con la promoción de una organización institucional más dinámica y flexible en el uso de los tiempos y los espacios, y posibilitan la integración de las Unidades Curriculares de los Campos de la Formación General, la Formación Científico Tecnológica Específica y las Prácticas Profesionalizantes a través de los denominados Proyectos Tecnológicos Productivos.

Existe consenso entre los actores involucrados en la Educación Técnico Profesional (ETP) sobre los cambios de paradigma que demanda la Escuela Técnica para lograr convocar a todos sus estudiantes y promover efectivamente aprendizajes necesarios para el ejercicio de una ciudadanía responsable y democrática, así como para la participación activa y efectiva en los ámbitos productivos y de servicios. Si bien ya se ha recorrido un importante camino en este sentido, es necesario profundizar, extender e instalar nuevas propuestas de enseñanza que efectivamente hagan de la Escuela Técnica un lugar interesante e inclusivo para los jóvenes que ofrezca oportunidades de aprendizaje significativo.

Por lo tanto, sigue siendo un desafío:

- El trabajo entre docentes del mismo o de diferentes Campos de la Formación Técnica Profesional que promueva la integración de contenidos.
- Planificar y ofrecer experiencias de aprendizaje en formato de Proyectos Tecnológicos Productivos.
- Elaborar propuestas que incorporen oportunidades genuinas para el aprendizaje de capacidades y competencias propias de la Educación Técnico Profesional Secundaria.

Los materiales elaborados están destinados a los docentes, y presentan sugerencias, criterios y aportes para la planificación y el despliegue de las tareas de enseñanza, desde los lineamientos mencionados. Se incluyen también propuestas de actividades y experiencias de aprendizaje para los estudiantes y orientaciones para su evaluación. Las secuencias han sido diseñadas para admitir un uso flexible y versátil de acuerdo con las diferentes realidades y situaciones institucionales.

La serie reúne dos líneas de materiales: una se basa en una lógica disciplinar y la otra presenta distintos niveles de articulación entre disciplinas, ya sean de un mismo campo de formación o de campos diferentes. El lugar otorgado al abordaje de situaciones problemáticas interdisciplinarias y complejas procura contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y al de la argumentación desde perspectivas provenientes de distintas disciplinas, ya que se trata de propuestas alineadas con la formación de actores sociales conscientes de que las conductas individuales y colectivas tienen efectos en un mundo interdependiente.

El énfasis puesto en el aprendizaje de capacidades y competencias responde a la necesidad de brindar experiencias y herramientas que permitan comprender, dar sentido y hacer uso de la gran cantidad de información que, a diferencia de otras épocas, está disponible y fácilmente accesible. Las capacidades y competencias son un tipo de contenidos que debe ser objeto de enseñanza sistemática. Con ese objetivo, la Escuela Técnica tiene que ofrecer múltiples y variadas oportunidades, y recursos didácticos acordes para que los jóvenes las desarrollen y consoliden.

Las propuestas para los estudiantes combinan instancias de indagación, diseño y fabricación, de resolución individual y grupal, que exigen soluciones divergentes o convergentes, centradas en el uso de distintos recursos tecnológicos. También, convocan a la participación activa de los jóvenes en la apropiación y el uso del conocimiento y los saberes, integrando la cultura digital. Las secuencias involucran diversos niveles de acompañamiento y autonomía e instancias de reflexión sobre el propio aprendizaje, a fin de habilitar y favorecer distintas modalidades de acceso a los saberes y los conocimientos, y una mayor inclusión de los estudiantes.



En este marco de ideas, los materiales pueden asumir distintas funciones dentro de una propuesta de enseñanza: diagnosticar, explicar, diseñar, desarrollar, probar y sistematizar los contenidos. Pueden ofrecer una primera aproximación a una temática formulando dudas e interrogantes, plantear un problema a partir del cual profundizar, proponer actividades de exploración e indagación, facilitar oportunidades de revisión, contribuir a la integración y a la comprensión, habilitar situaciones de aplicación en contextos novedosos e invitar a imaginar nuevos productos y soluciones. Esto supone, que en algunos casos se podrá adoptar la secuencia completa o seleccionar las partes que se consideran más convenientes; también se podrá plantear un trabajo de mayor articulación entre docentes o un trabajo que exija acuerdos entre ellos. Serán los equipos docentes integrados en los Departamentos de Integración Curricular (DIC) quienes elaborarán propuestas didácticas en las que el uso de estos materiales cobre sentido.

Iniciamos el recorrido confiando en que constituirá un aporte para el trabajo cotidiano. Como toda serie en construcción, seguirá incorporando y poniendo a disposición de las Escuelas Técnicas de la Ciudad nuevas propuestas, dando lugar a nuevas experiencias y aprendizajes.



**María Constanza Ortiz**  
Directora General de Planeamiento Educativo



**Javier Simón**  
Gerente Operativo de Currículum

### ¿Cómo se navegan los textos de esta serie?

Los materiales de Educación Técnica cuentan con elementos interactivos que permiten la lectura hipertextual y optimizan la navegación.

Para visualizar correctamente la interactividad se sugiere bajar el programa [Adobe Acrobat Reader](#) que constituye el estándar gratuito para ver e imprimir documentos PDF.



#### Pie de página

- Volver a vista anterior** — Al clicar regresa a la última página vista.
- Ícono que permite imprimir.
- Folio, con flechas interactivas que llevan a la página anterior y a la página posterior.

#### Índice interactivo

##### Introducción

Plaquetas que indican los apartados principales de la propuesta.

#### Itinerario de actividades

##### Actividad 1

¿Qué son los lazos abiertos o cerrados?  
¿Cómo funcionan?

Analizar cómo funciona un dispositivo y qué tipo de lazo de automatización requiere.

1

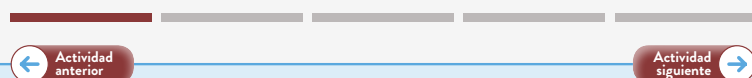
Organizador interactivo que presenta la secuencia completa de actividades.

#### Actividades

##### ¿Qué son los lazos abiertos o cerrados? ¿Cómo funcionan?

##### Actividad 1

A partir de la serie de dispositivos que se muestran en el cuadro a continuación, analicen y debatan con sus compañeros y compañeras para generar un informe técnico. Luego, completen el cuadro.



Botón que lleva a la actividad anterior.



Botón que lleva a la actividad siguiente.



Sistema que señala la posición de la actividad en la secuencia.

#### Íconos y enlaces

- 1 Símbolo que indica una cita o nota aclaratoria. Al clicar se abre un *pop-up* con el texto:

Ovidescim repti ipita voluptis audi iducit ut qui adis moluptur? Quia poria dusam serspero voloris quas quid moluptur?Luptat. Upti cumAgnimustrum est ut

Los números indican las referencias de notas al final del documento.

El color azul y el subrayado indican un [vínculo](#) a la web o a un documento externo.



“Título del texto, de la actividad o del anexo”

Indica enlace a un texto, una actividad o un anexo.



Indica apartados con orientaciones para la evaluación.



## Índice interactivo



**Introducción**



**Contenidos y objetivos de aprendizaje**



**Itinerario de actividades**



**Orientaciones didácticas y actividades**



**Orientaciones para la evaluación**



**Bibliografía**

### Introducción

A lo largo del tiempo, la humanidad ha tratado de generar ideas, equipos o máquinas para que las tareas o los trabajos repetitivos, incómodos o insalubres sean disminuidos en los procesos de producción en los que interviene el ser humano. Este razonamiento trajo, primero, los procesos automáticos y la automatización, que luego fueron evolucionando con el tiempo y la tecnología, para llegar a la robótica, la inteligencia artificial, el *machine learning*, que tienen cada vez más aplicaciones en la vida cotidiana.

Estos temas determinaron una revolución académica, intelectual e industrial a nivel global. Por ello, esta propuesta busca introducirse en el mundo de la automatización para llegar a la robótica, y realizar una introducción para que se entienda cómo fueron los avances que tuvieron lugar en estos últimos siglos (aunque el ser humano siempre pensó en ellos de una manera abstracta).

En las actividades de Taller, el objetivo es ofrecer un abordaje con un material que sirva de apoyo, organizando los contenidos para trabajar con los y las estudiantes, así como el saber sobre la resolución de problemas y el análisis de estos, a modo de estrategias de enseñanza para que puedan enfrentar el mundo laboral en el futuro.

Se partirá desde el concepto de control automático, para poder entender su desarrollo hasta llegar a la robótica. Se han escogido estas propuestas que describen la evolución de la automatización hasta llegar a la robótica para que los y las estudiantes tomen conciencia del nuevo mundo en el que están inmersos. Asimismo, se desarrollarán actividades afines a los contenidos, con el propósito de fortalecer ciertos parámetros comunes para la formación y la evaluación de los y las estudiantes.

Los sistemas automáticos son dispositivos que se regulan y se controlan sin necesidad de la intervención del ser humano. Están compuestos por un conjunto de operadores mecánicos, eléctricos y electrónicos. Existen muchas máquinas y sistemas técnicos que, una vez puestos en marcha, funcionan por sí mismos. Podemos poner, a modo de ejemplo, la pava eléctrica, la plancha, el ventilador u otros sistemas más complejos, como el programador de la lavadora o del lavavajillas, o de cualquier máquina industrial.

Los sistemas automáticos pueden ser de dos tipos: sistemas en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado. A lo largo de la secuencia, se hará hincapié en que se entienda la diferencia de funcionamiento de ambos sistemas.

Una vez introducidos en los conceptos de automatización, se abordará la robótica. El aprendizaje de la robótica va acompañado de la programación, lo que potencia el pensamiento

computacional, un proceso mental complementario relacionado con la destreza para resolver problemas complejos. Al entrar en este mundo, los robots educativos son una fórmula muy apropiada para introducir a los y las estudiantes en la robótica y en la programación de forma interactiva, con un método de aprendizaje que combina procesos físicos y lógicos. Existen muchísimos otros productos utilizables para abordar con ellos, a través de distintos entretenimientos, las nociones básicas del funcionamiento y la lógica de programación de los robots.

Los robots educativos van acompañados de aplicaciones para el ordenador que nos permiten programarlos de manera sencilla y listar cuáles serán sus operaciones y sus obstáculos. En casi todos los casos, esto se puede hacer de forma interactiva, lo cual resulta muy adecuado para los y las estudiantes, dado que pueden elegir el orden y las condiciones de ejecución de las funciones dependiendo de la tarea que se quiera asignar al robot.

En general, estos robots admiten programas de tareas sencillas (desplazarse, actuar cuando detectan movimientos, seguir una línea pintada en el suelo, realizar recorridos y movimientos, etc.), aunque otros tienen funciones más complicadas. Asimismo, algunos de estos robots educativos vienen listos para trabajar, y en otros casos es necesario realizar un montaje previo con diferente configuración: desde vehículos movidos con ruedas o con patas hasta drones (se puede aplicar en todos los casos un Arduino para montarlo en una estructura prearmada).

Educar en el área de la robótica y en la programación no implica adquirir o tener físicamente uno de estos robots. En internet, existen aplicaciones y páginas web que permiten representar el robot y enseñan a programarlos de forma virtual, a través de la utilización de una serie de simuladores.

Contenidos y objetivos de aprendizaje

En esta propuesta, se seleccionaron contenidos y objetivos de aprendizaje de la unidad curricular Taller de segundo año del primer ciclo del Diseño Curricular de la modalidad Técnico Profesional Nivel Secundario, del desarrollo del Marco Curricular, aprobado mediante la Resolución N°2822/MEGC/2014, y del Marco Regulatorio Federal, aprobado por las resoluciones CFE N°341 anexo 1 y CFE N°343, año 2018.

| Campo de la Formación Científico Tecnológica  |  |   |
|---|--|---|
| Área de Tecnologías Generales   |  |   |
| Taller  |  |   |
| Ejes/Contenidos   | Objetivos de aprendizaje   | Capacidades   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>La digitalización de la información y su aplicación en la vida cotidiana.</li><li>Pensamiento computacional, robótica, diseño y fabricación digital.</li><li>Desarrollo de dispositivos robóticos (...), automatización y el control programable.</li><li>Desarrollo de proyectos creativos.</li><li>Entornos de programación.</li><li>Comunicación y colaboración mediada por TIC, en un marco de responsabilidad, creatividad y respeto a la diversidad.</li><li>Elaboración de informes técnicos con lenguaje tecnológico apropiado.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Organizar la enseñanza en resolución de problemas.</li><li>Desarrollar habilidades y capacidades de integración del pensamiento tecnológico y computacional.</li><li>Aplicar habilidades y técnicas de análisis y el pensamiento funcional, identificar operaciones y tecnologías comunes en productos y procesos tecnológicos diferentes.</li><li>Diferenciar los aspectos que caracterizan a los sistemas de control automático, las diferencias, ventajas y desventajas de los sistemas de control a lazo abierto y a lazo cerrado.</li><li>Desarrollar el pensamiento técnico, aplicando el uso de algoritmos para impulsar proyectos.</li><li>Aplicar estrategias y técnicas de programación para resolver problemas de automatización mediante sensores, controladores y actuadores, comprendiendo los principios básicos de la robótica y sus aplicaciones.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Resolución de problemas.</li><li>Pensamiento crítico. iniciativa y creatividad.</li><li>Programar y comunicar.</li><li>Controlar.</li><li>Interactuar y comunicar.</li><li>Aprendizaje autónomo y desarrollo.</li></ul> |

### Itinerario de actividades



#### Actividad 1

##### ¿Qué son los lazos abiertos o cerrados? ¿Cómo funcionan?

Analizar cómo funciona un dispositivo y qué tipo de lazo de automatización requiere.

1



#### Actividad 2

##### ¡Prende y apaga! Un led

Conocer los sensores digitales, como botones y pulsadores, finales de carrera, desbordamiento de nivel, sensores de llamas, humo o gases tóxicos. Usar un led como actuador para ver el resultado.

2



#### Actividad 3

##### ¡Semáforo de la esquina! Armemos

Comprender cómo funciona un semáforo. Programar un Arduino para que responda en forma automática, a fin de evitar un accidente de cruce vehicular.

3



#### Actividad 4

##### Haciendo funcionar un servomotor

Entender qué es un servomotor, para qué sirve y cómo funciona este actuador de movimiento.

4



#### Actividad 5

##### ¡Mover un brazo robótico! Empecemos por el básico

Comprender cómo se puede controlar el ángulo en el que se mueve el servo bajo nuestro control.

5

### Orientaciones didácticas y actividades

En estas actividades, se promueve que los y las estudiantes pongan en práctica las siguientes técnicas:

- Utilización de diagramas, esquemas y formas de representación variadas, que los ayuden a organizar, planificar y comprender la información.
- Utilización de herramientas informáticas para el registro, la documentación y la modelización de información y conocimiento.
- Intercambio entre ellos para resolver situaciones grupales y desarrollar estrategias, a fin de aprender colaborativamente, de manera presencial o virtual.
- Realización de informes técnicos.
- Reconocimiento de los distintos sistemas de automatización.

Como método de aprendizaje, se trabajará con la participación activa de los y las estudiantes, a través de actividades colaborativas utilizadas en TIC, de herramientas didácticas de programación y de Arduino.

En relación con Arduino, se puede descargar la versión actual del software del sitio oficial en forma gratuita. Lo ideal es que cada estudiante cuente con su propia computadora o *netbook*, dado que esto daría la posibilidad de realizar actividades de manera individual con el simulador. De todas maneras, a lo largo de la secuencia, no solo se trabajará individualmente, sino también en grupos pequeños, a fin de promover el trabajo colaborativo y generar debates para ir resolviendo las actividades.

Es relevante aclarar que el programa, después de ser instalado, no necesita tener conexión a internet, motivo por el cual no consume el ancho de banda del establecimiento. Su entorno de programación contiene fundamentos de computación y lógica que permiten simular y crear soluciones para los problemas prácticos. Es importante el conocimiento de Arduino y su programación para resolver las actividades. De ser necesario, puede remitirse a la bibliografía que se recomienda en este documento.

Asimismo, hay que tener en cuenta, en el desarrollo de esta propuesta, las experiencias previas de los y las estudiantes, ya que, en función de estas, podrán profundizarse aún más sus capacidades, al ofrecer las orientaciones y las explicaciones necesarias para que puedan ir adquiriendo progresivamente mayores niveles de autonomía.

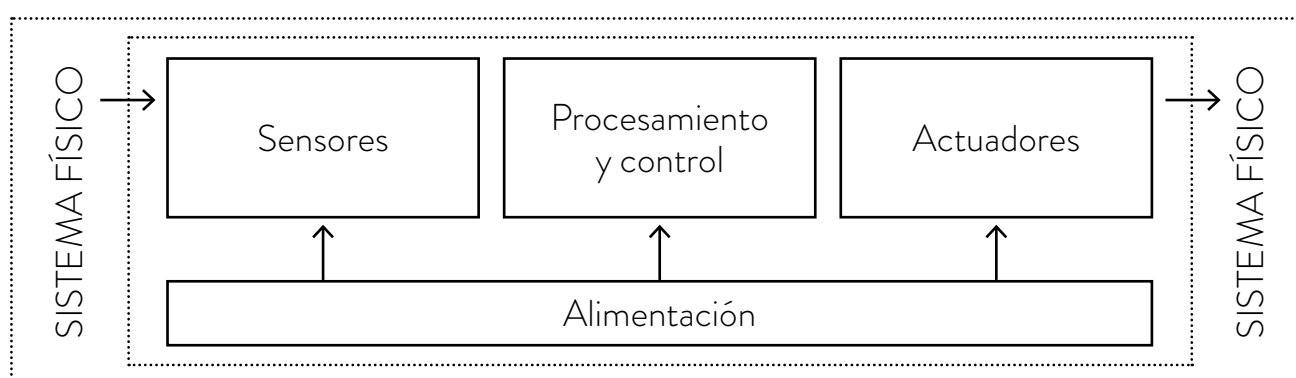
Utilizaremos el microcontrolador de uso libre que mencionamos (Arduino) porque es una excelente herramienta para abordar la automatización de problemas cotidianos e industriales.



Al dominar la programación, los y las estudiantes podrán dominar también cualquiera de las placas de Arduino que existen en el mercado. Se realizarán prácticas con pequeños circuitos, los cuales utilizarán sensores y actuadores, para ir viendo cómo se pueden usar distintos elementos para ser manejados por el software. Así, será factible hacer prácticas tangibles de la automatización hasta el nivel deseado de robótica.

Podríamos definir el Taller, como su nombre lo indica epistemológicamente, como “un lugar donde se trabaja y se elabora”. Es una forma de enseñar y aprender mediante la elaboración de algo concreto. Se aprende desde lo vivencial, y no desde la transmisión, de modo que predomina el aprendizaje por sobre la enseñanza. Se trata entonces de un “aprender haciendo”, donde los conocimientos se adquieren a través de una práctica, a través de la realización de algo concreto relacionado con la formación que se pretende proporcionar a los y las estudiantes. Es una metodología participativa en la que se enseña y se aprende por medio de una tarea conjunta, utilizando todos los conocimientos y saberes previos.

Antes de iniciar las actividades de esta secuencia, resulta relevante repasar algunos conceptos. Un sistema automático se compone de un conjunto de sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación.



Los sensores obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica, que puede ser manipulada por la circuitería interna de control. Existen sensores de todo tipo: de temperatura, de humedad, de movimiento, de sonido (micrófonos), etcétera.

Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema como del conjunto lógico de instrucciones (es decir, del “programa”) que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma.

Los actuadores transforman la señal eléctrica recién procesada por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Ejemplos de actuadores

son: un motor (energía mecánica), una bombilla (energía lumínica), un altavoz (energía acústica), entre otros.

La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para que se pueda realizar todo el proceso descrito. Las pilas, las baterías, los adaptadores AC/DC son ejemplos de fuentes.

Se presentan, a continuación, cada una de las actividades de la secuencia, y se incluyen orientaciones para el trabajo en el Taller. Se comparten, también, los criterios que guiaron las decisiones didácticas, a fin de ofrecer marcos de referencia que ayuden a analizar las propuestas y adaptarlas a las características y necesidades de cada escuela, de cada docente y de cada grupo de estudiantes.

Para estas actividades, se requiere el conocimiento de cómo redactar un informe técnico. Para saber más acerca de las características de este tipo de documento, se puede recurrir al anexo 1, “Informe técnico”.

Por otro lado, como se van a realizar actividades en las que se arman circuitos electrónicos en *protoboard*, se requiere un uso correcto y adecuado de estas placas. En caso de ser necesario, se puede consultar el anexo 2, “*Protoboard*”.



**Anexo 1.**  
**Informe técnico**



**Anexo 2.**  
**Protoboard**

### Actividad 1. ¿Qué son los lazos abiertos o cerrados? ¿Cómo funcionan?

El objetivo de esta actividad es que las y los estudiantes diserten e identifiquen, entre los elementos diarios que se les proponen, de qué tipo de automatización se trata: si son sistemas de lazo abierto o lazo cerrado. También se busca comprender cuál es el sensor y cuáles son los actuadores, y analizar el funcionamiento de cada dispositivo.

Sobre esta base, podemos establecer las características de los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado:

- Lazo abierto: es el sistema que solo utiliza el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente de la primera. Es decir, no hay realimentación hacia el controlador para que este pueda saber qué acción realizar en el control. Como ejemplo, se puede plantear el tostador: lo que hacemos es controlar el tiempo de tostado, y no el estado de la tostada, no hay realimentación. En definitiva, lo que nosotros introducimos como parámetro es el tiempo.

Estos sistemas se pueden caracterizar del siguiente modo:



- La salida no se realimenta con la entrada.
- Son sencillos y de fácil concepto.



- No son estables ante una perturbación.
- La precisión depende de la calibración previa del sistema.
- Lazo cerrado: es el sistema en el que la acción de control está en relación con la señal de salida. Es decir, estos sistemas de circuito cerrado usan la realimentación desde un sensor final para ajustar la acción de control según el resultado. Estos son procesos que el hombre no puede regular, ya sea por la precisión, ya sea por el tamaño de grandes instalaciones; es difícil vigilarlos, y hacerlo podría provocar cansancio o agotamiento en el ser humano, con los consiguientes riesgos que ello puede ocasionar sobre el trabajador y el proceso. Como ejemplo, podemos tomar el regulador de nivel de un depósito de agua, que es de gran sensibilidad. El movimiento de la boya produce más o menos la obstrucción de un chorro de agua. Esto se traduce en cambios de presión que afectan a la membrana de la válvula de paso, haciendo que se cierre cuando llega al nivel máximo. Estos sistemas se pueden caracterizar del siguiente modo:
  - Son complejos y amplios en la cantidad de parámetros.
  - La salida se compara con la entrada y afecta el control del sistema.
  - Poseen la propiedad de la realimentación.
  - Son más estables frente a perturbaciones y variaciones externas e internas.

¿Qué son los lazos abiertos o cerrados? ¿Cómo funcionan?

Actividad 1

A partir de la serie de dispositivos que se muestran en el cuadro a continuación, analicen y debatan con sus compañeros y compañeras para generar un informe técnico. Luego, completen el cuadro.

| Dispositivos diarios  | ¿De qué tipo de lazo se trata y por qué? | ¿Cómo funciona ? |
|---|--|------------------|
|  |  |                  |
|  |  |                  |

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

Actividad siguiente ➔

Sería conveniente agregar más elementos, en lo posible del Taller, para poder debatir con los y las estudiantes sobre el funcionamiento y la clasificación en lazo abierto o lazo cerrado.

Actividad 2. ¡Prende y apaga! Un led

El objetivo de esta actividad es que, a través de la práctica, los y las estudiantes puedan:

- conocer las entradas digitales;
- leer el primer pulsador;
- presentar los valores booleanos;
- entender un operador: la negación.

Entradas y salidas digitales como un lazo abierto

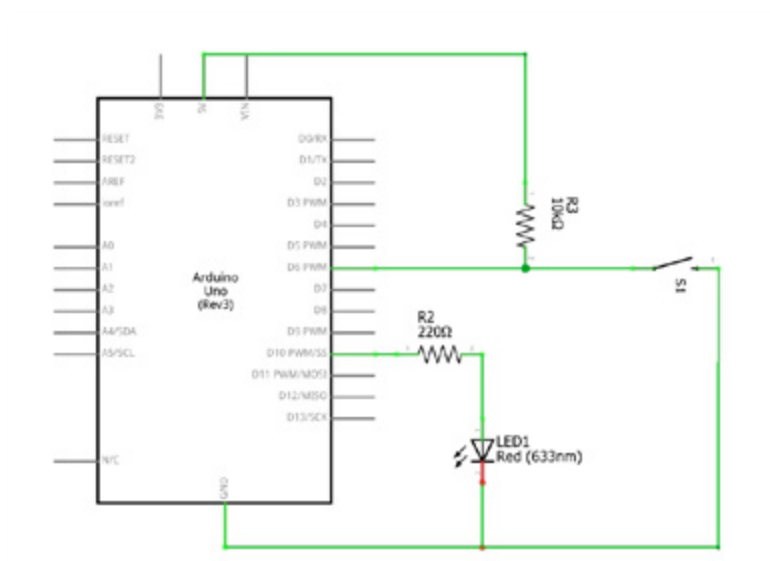
En el Arduino UNO, a las señales del tipo TODO/NADA, SÍ/NO, TRUE/FALSE, 0/1, se las denomina digitales, y podemos manejarlas con los pines del 0 al 13 del dispositivo; por eso hablamos de pines digitales.

Muchos de los sensores y actuadores que vemos en el mundo real son digitales. Como ejemplos de actuadores digitales, tenemos luces, alarmas, sirenas, desbloqueo de puertas, etc. Entre los sensores digitales, podemos mencionar botones, pulsadores y finales de carrera, desbordamiento de nivel, sensores de llamas, humo o gases tóxicos.

El Arduino puede usar los pines digitales como salidas de cero (0V) o uno (5V) para apagar o encender un led (actuador). De la misma manera, podemos leer valores cero o uno en el mundo exterior (sensor). Asimismo, los pines digitales de Arduino pueden ser usados tanto de entrada como de salida. Vamos a leer un botón o pulsador externo y vamos a encender o apagar un led en función de si el botón se pulsa o no.

### Esquema electrónico del circuito

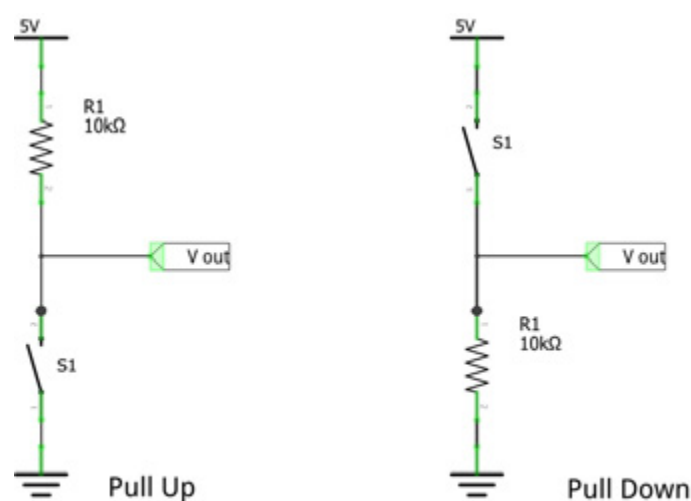
El objetivo de esta actividad es montar un circuito con un diodo led y resistencia, conectado al pin digital 10 de Arduino, y además un actuador como un pulsador S1 conectado al pin 6 con una resistencia, tal como se muestra en el diagrama siguiente.



Obsérvese que, mientras no pulsemos S1, el pin 6 de Arduino está conectado a 5V a través de la resistencia R3, forzando una lectura de tensión alta (HIGH). En cambio, cuando pulsemos S1, cerraremos el circuito del pin 6 a Ground, con lo que leerá tensión baja, LOW. En ambos casos, tenemos un valor de tensión definido.

Si no pudiéramos la resistencia R3, al pulsar S1 leeríamos correctamente LOW en el pin 6. Pero al dejar de pulsar S1, el pin 6 estaría en un estado flotante, que no es ni HIGH ni LOW, sino indeterminado. Como esto es inaceptable en circuitos digitales, forzamos una lectura alta con R3.

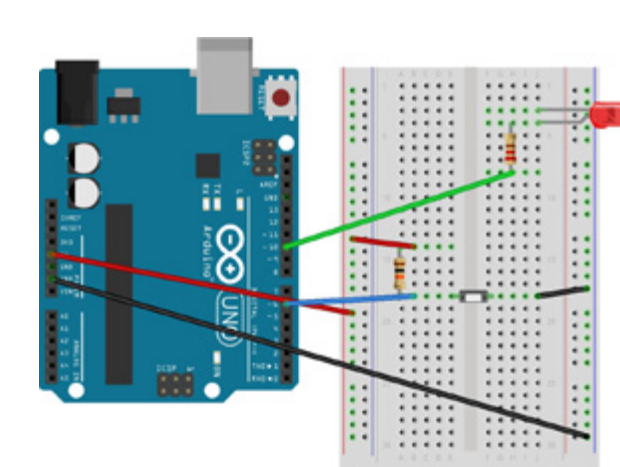
A esta resistencia que fuerza el valor alto en vacío se la conoce como *pull-up*. Si la conectáramos a masa para forzar una lectura a Ground, se la llamaría *pull-down resistor*.





Esta resistencia es clave para que las lecturas del pulsador sean consistentes. El circuito, simplemente, no funcionará bien si se omite.

A continuación, tenemos el esquema para *protoboard* del circuito.



### Leyendo los pulsadores

Empezaremos realizando un programa que haga que el led se encienda cuando pulsemos el botón y se apague cuando lo soltemos. Para ello, pediremos a Arduino que configure el pin digital 10 (D10) como salida para manejar el led, y el pin digital 6 (D6) como entrada para leer el botón.

Normalmente, en programas sencillos basta con poner el número de pin en las instrucciones, pero a medida que el programa se complica esto tiende a provocar errores difíciles de detectar.

Por eso, se acostumbra definir variables con los números de pin que usamos, de forma que podamos modificarlos tocando en un solo lugar (y no teniendo que buscar a lo largo del programa). Se propondrá escribir esto como un listado de instrucciones.

#### PROGRAMA

```
/* Encender led con un pulsador, como un lazo abierto.  
Oprimir un pulsador y mientras este se mantenga accionado un led se enciende  
*/  
//-----  
//Declara puertos de entradas y salidas  
//-----  
int pulsador=6; //Pin donde se encuentra el pulsador, entrada  
int led=10; //Pin donde se encuentra el led, salida  
//-----  
//Función principal  
//-----
```



```
void setup() // Se ejecuta cada vez que el Arduino se inicia
pinMode(pulsador, INPUT); //Configurar el pulsador como una entrada
pinMode(led,OUTPUT); //Configurar el led como una salida
}
//-----
//Función cíclica
//-----
void loop() // Esta función se mantiene ejecutando
{ // Cuando este energizado el Arduino
//Condicional para saber estado del pulsador
if (digitalRead(pulsador)==HIGH) //Pulsador oprimido
{
    digitalWrite(led,HIGH); //Enciende el led
}
else
{
    //Pulsador NO oprimido
    digitalWrite(led,LOW); //Apaga el led
}
}
//Fin programa
```

Los y las estudiantes escribirán esto en el entorno.

Se comunicará por puerto serie, para bajarlo al Arduino, para que finalmente el microcontrolador, con el SETUP, defina las variable necesarias, y luego el LOOP pueda repetir en forma continua.

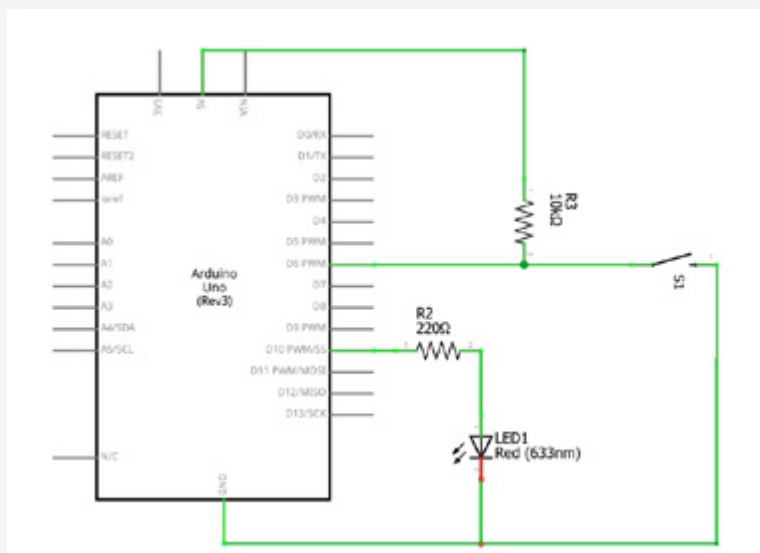
Se pueden cambiar los pines que se utilizan para garantizar que los y las estudiantes entiendan mejor las distintas partes del programa.



### ¡Prende y apaga! Un led

### Actividad 2

Armen el circuito esquemático en una *protoboard* y programen el Arduino para que haga que el led se encienda cuando se pulse el botón y se apague cuando se lo suelte.



Actividad anterior

Actividad siguiente

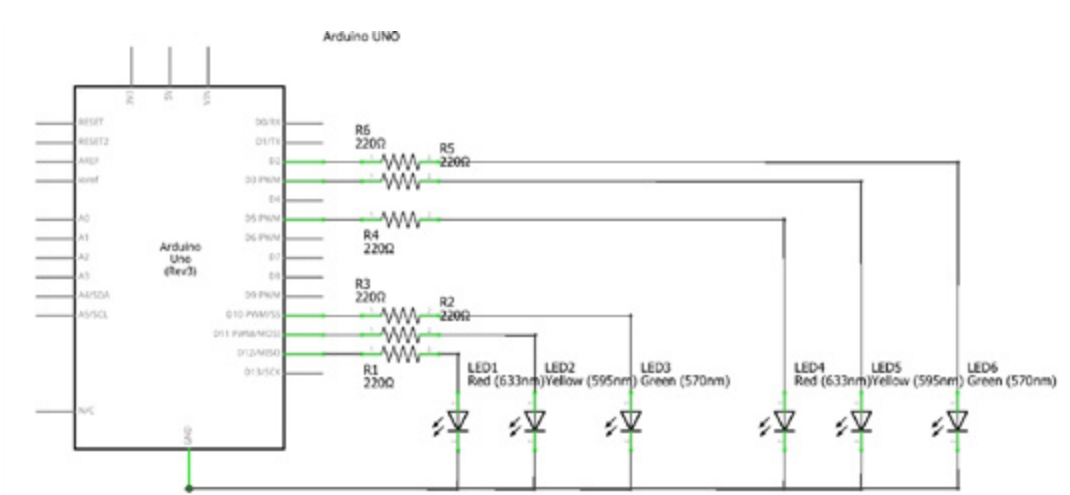


En esta actividad, también se pueden agregar distintas llaves o pulsadores para que prendan otros leds, con el objetivo de entender mejor la programación de llaves y pulsadores como sensores a fines de carrera.

### Actividad 3. ¡Semáforo de la esquina! Armemos

El objetivo de esta actividad es lograr programar dos semáforos como si estuviesen en una esquina. Mientras se prende la luz roja de uno, el otro semáforo tiene que estar en verde; entre medio de estos procesos, se prende la luz amarilla. Luego, se debe invertir el verde por el rojo y viceversa, y así sucesivamente.



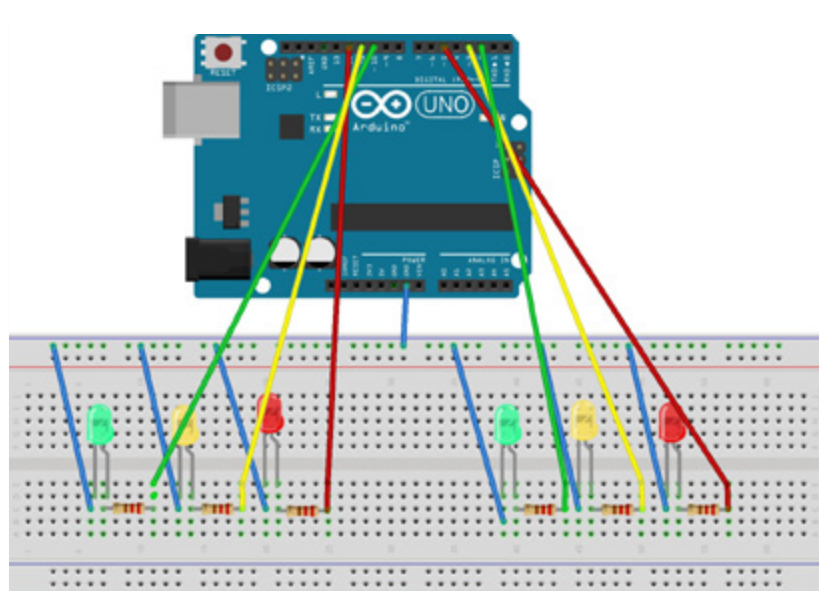


### Circuito electrónico

A través de esta tarea, se podrá controlar el encendido de un led para realizar una introducción al Arduino.

En principio, los y las estudiantes deben comprender por qué un led necesita una resistencia y, en consecuencia, qué efecto provoca este en el circuito. Seguramente, ya sepan que los circuitos electrónicos se rigen por una ley conocida como “ley de Ohm”. Esta establece que la caída de voltaje en un elemento del circuito es igual a la intensidad (corriente) que circula por él multiplicada por la resistencia que ese componente ejerce al paso de la corriente. Un led es un componente en el que el voltaje que cae depende de la intensidad, de la corriente que circula por él, siempre que esta corriente circule en el sentido correcto. Sin embargo, salvo que hagan que la corriente que circula por el led varíe mucho, pueden considerar que la caída de voltaje es constante y, en función del tipo de led que tengan (del color y el tamaño), su valor estará entre 1,8V y 3,6V. Además de la caída de voltaje que genera, el led también tiene una resistencia interna, solo que muy pequeña.

Es decir, la resistencia que se coloca es para limitar la corriente, cuando encendemos un led, a la corriente máxima que soporta el Arduino, que es de 40 mA. Por lo visto, la tensión de un HIGH en el Arduino es de 5V, por eso hay que evitar que este se dañe.



### PROGRAMA

Cruce de semáforos.

```
int tiempo1=500; //declara una variable como entero y de valor 500 (cambio)
int tiempo2=3000; //declara una variable como entero y de valor 3000 (circulación)
void setup() { //comienza la configuración
  pinMode(12,OUTPUT); //rojo1 una esquina
  pinMode(11,OUTPUT); //amarillo1 una esquina
  pinMode(10,OUTPUT); //verde1 una esquina
  pinMode(5,OUTPUT); //verde2 la otra esquina
  pinMode(3,OUTPUT); //amarillo2 la otra esquina
  pinMode(2,OUTPUT); //rojo2 la otra esquina
}
void loop() { //comienza el bucle principal del programa
  digitalWrite(11,LOW); //apago el amarillo1
  digitalWrite(2,LOW); //apago el rojo2
  digitalWrite(10,LOW); //apago el verde1
  digitalWrite(3,LOW); //apago el amarillo2
  digitalWrite(12,HIGH); //Rojo1
  digitalWrite(5,HIGH); //Verde2
  delay(tiempo2);
  digitalWrite(5,LOW); //apago el verde2
  digitalWrite(3,HIGH); //enciendo el amarillo2
  delay(tiempo1);
  digitalWrite(3,LOW); //apago el amarillo2
  digitalWrite(2,HIGH); //enciendo el rojo2
  digitalWrite(12,LOW); //apago el rojo1
  digitalWrite(10,HIGH); //enciendo el verde2
  delay(tiempo2);
  digitalWrite(10,LOW); //apago el verde1
  digitalWrite(11,HIGH); //enciendo el amarillo1
  delay(tiempo1);
}
```

### ¡Semáforo de la esquina! Armemos

### Actividad 3

Realicen la programación y el armado del circuito para dos semáforos como si estuviesen en una esquina. Mientras se prende la luz roja de uno, el otro semáforo tiene que estar en verde; entre medio de estos procesos, se prende la luz amarilla. Luego, deben invertir el verde por el rojo y viceversa, y así sucesivamente.

Se trata de un cruce de semáforos controlado por Arduino, para lo cual utilizaremos: en el primer semáforo, los pines 12 (led rojo), 11 (led ámbar o amarillo), 10 (led verde); en el segundo semáforo, los pines 2 (led rojo), 3 (led ámbar o amarillo) y 5 (led verde). La secuencia de funcionamiento debe ser: rojo 1 y verde 2 durante 3 segundos; rojo 1 y ámbar 2 durante 500 ms; verde 1 y rojo 2 durante 3 segundos; ámbar 1 y rojo 2 durante 500 ms. Luego, empieza de nuevo.

← Actividad anterior

Actividad siguiente →

Según el nivel de manejo de los y las estudiantes, se podrá solicitar mezclar el pulsador y el semáforo para realizar un semáforo de cruce de peatón. El objetivo es que los peatones toquen un pulsador y el semáforo pase a rojo por un tiempo, mientras el cruce peatonal queda en blanco; luego, automáticamente, el semáforo debe volver a ponerse en verde para que continúe la circulación vehicular y el cruce de peatón estará en rojo.

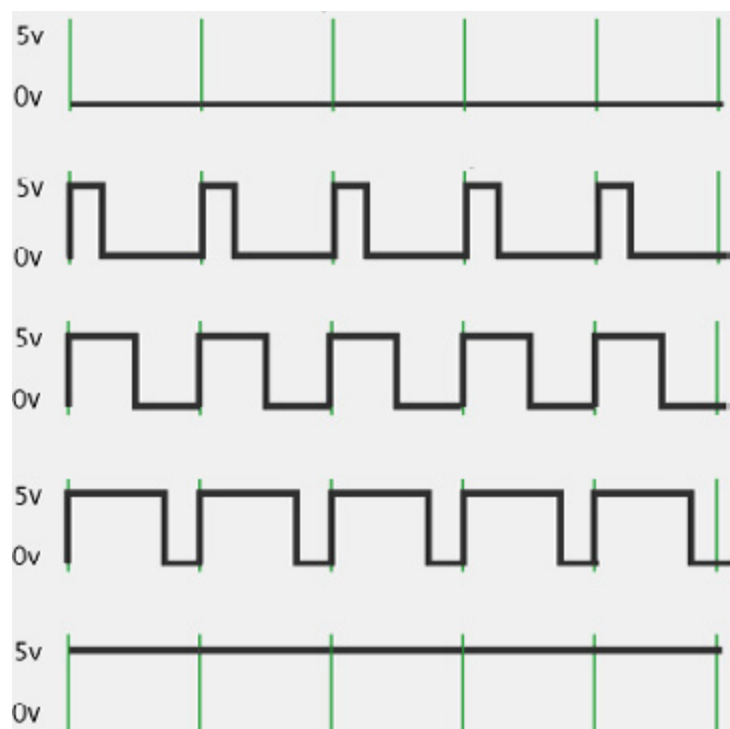
### Actividad 4. Haciendo funcionar un servomotor

Para comenzar, se sugiere explicar a los y las estudiantes qué es un servomotor o servo. Se trata de un motor eléctrico que posee dos características especiales. Por un lado, nos permite mantener una posición fija, siempre que esté dentro del rango de operación. Por otro, nos permite controlar la velocidad de giro.

Con respecto a las características técnicas, hay muchos modelos de servomotor. En esta actividad, se utilizará un Micro Servo 9g SG90 de Tower Pro.

Hay algunas cosas que se deben tener en cuenta con este dispositivo. La primera es que el ángulo de giro, en este caso, nos permite hacer un barrido entre  $-90^\circ$  y  $90^\circ$ , es decir que habilita un ángulo de  $180^\circ$ .





Estos motores funcionan con una señal PWM (modulación por ancho de pulso), con un pulso de trabajo entre 1 ms y 2 ms y con un período de 20 ms (50 Hz). Es decir, puede moverse con una resolución de más de 1 grado, que es el máximo, y esto dependerá del tipo y marca de nuestro servo.

La modulación por ancho o de pulso es un tipo de señal de voltaje utilizado para enviar información o para modificar la cantidad de energía que se manda a una carga. Es muy usada en circuitos digitales que necesitan emular una señal analógica.

Estas señales son de tipo cuadrado y en ellas se cambia el ancho relativo respecto del período de estas. La relación que existe entre estos dos tiempos se llama “ciclo de trabajo” y se expresa en porcentaje. Nos indica el tiempo que la señal está en alto, en comparación con el que está en bajo; tal como se ve, los ciclos de trabajo van del 0% al 100 por ciento.

En términos matemáticos, sería del siguiente modo:

$$D = \frac{t}{T} * 100\%$$

D = ciclo de trabajo

t = tiempo en que la señal es positiva

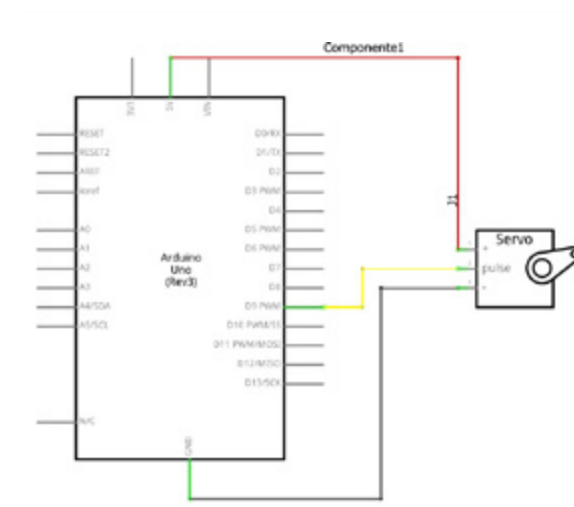
T = período

Para emular una señal analógica, se cambia el ciclo de trabajo de tal manera que el valor promedio de la señal sea el voltaje aproximado que se desea obtener; de este modo, se pueden enviar voltajes entre 0V y el máximo que soporte el dispositivo PWM utilizado, en el caso de Arduino, 5V.



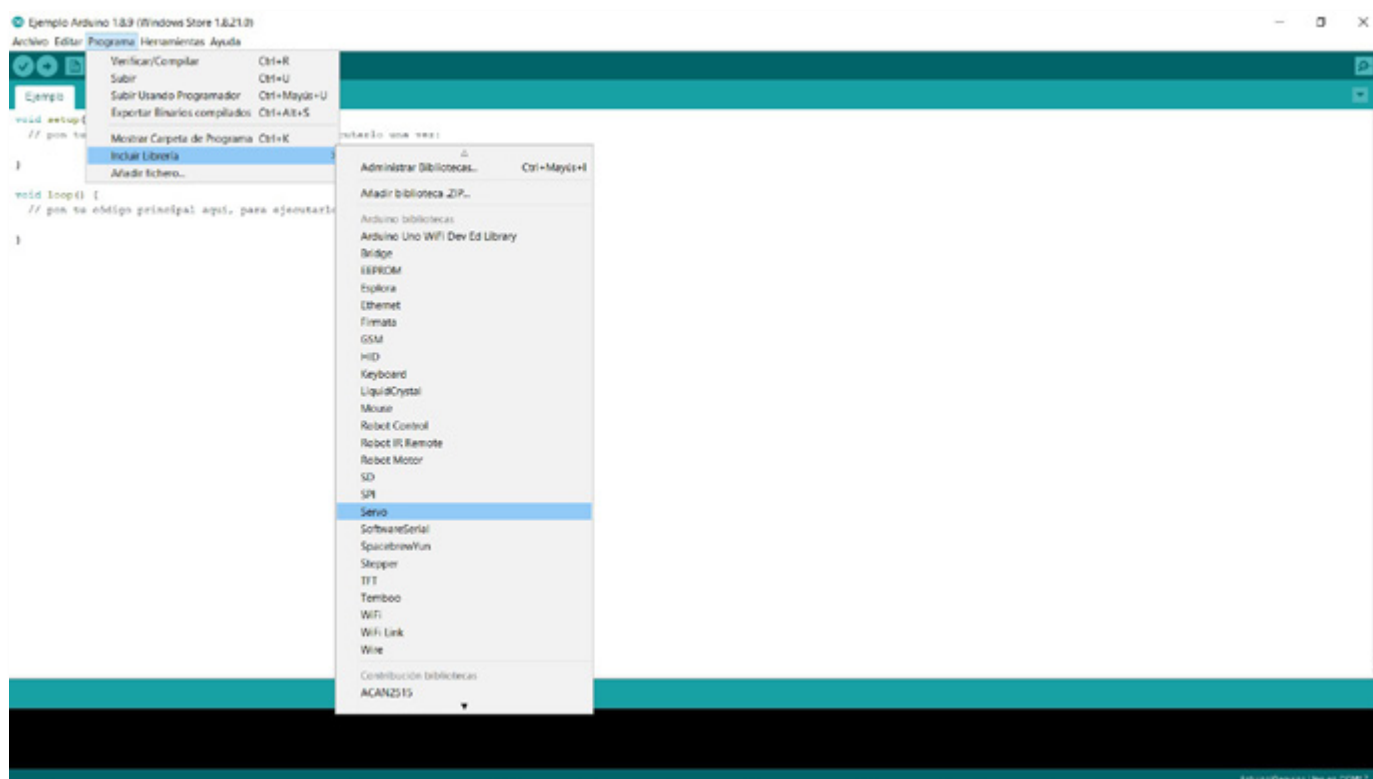
En Arduino, este tipo de señales solo puede ser realizado con los pines que tienen el símbolo ~ en sus números. En Arduino UNO, son los pines 3, 5, 6, 9, 10 y 11.

Las conexiones dependerán del tipo de servomotor con Arduino que se utilice. Solo deben tener tres cables. Uno irá a tierra, otro irá a la alimentación de 5V y el tercero, a un pin PWM.

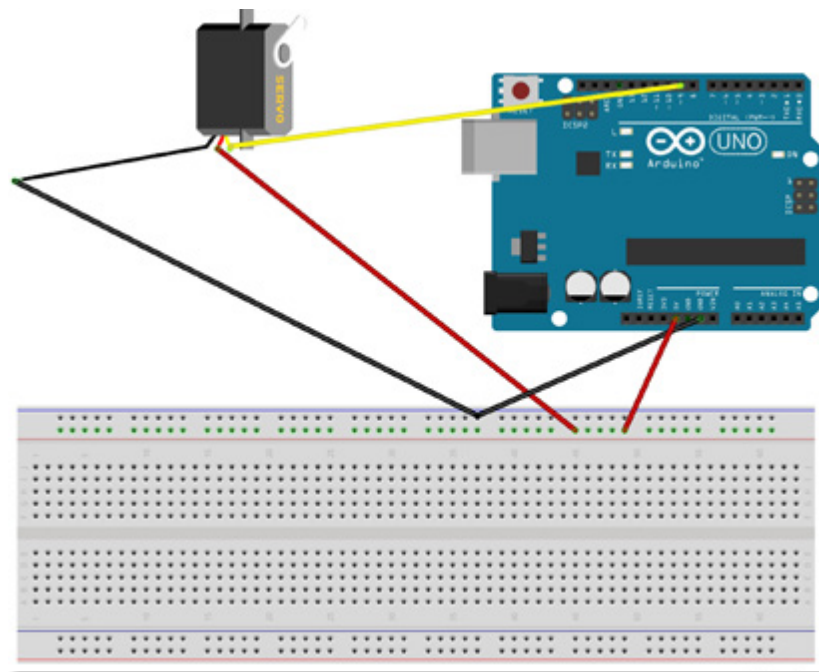


El Arduino marca los pines de PWM con el símbolo ~ junto al pin digital.

Se recomienda que, a fin de comprender mejor el funcionamiento del circuito, así como de verificar todas las conexiones existentes, se realice en primer lugar el montaje del circuito mediante el uso del programa Fritzing. Este es gratuito y, llegados a esta instancia, los y las estudiantes podrán tener una mejor comprensión para armar un proyecto propio en caso de que así lo deseen..



Antes de empezar la programación, se debe verificar la instalación de la librería externa para poder usarla, a fin de controlar el servo desde Arduino. Para incorporar la librería, hay que ir a Programa/Incluir Librería/Servo. Esta acción ya hará un *include* en nuestro código, que nos permite controlar el servomotor. Luego, se puede armar un código básico para posicionarlo en los ángulos  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $180^\circ$ .



### PROGRAMA

```
#include <Servo.h> // Incluimos la librería para poder controlar el servo
Servo servoMotor; // Declaramos la variable para controlar el servo

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Iniciamos el monitor serie para mostrar el resultado
  servoMotor.attach(9); // Iniciamos el servo para que empiece a trabajar con el pin 9
}

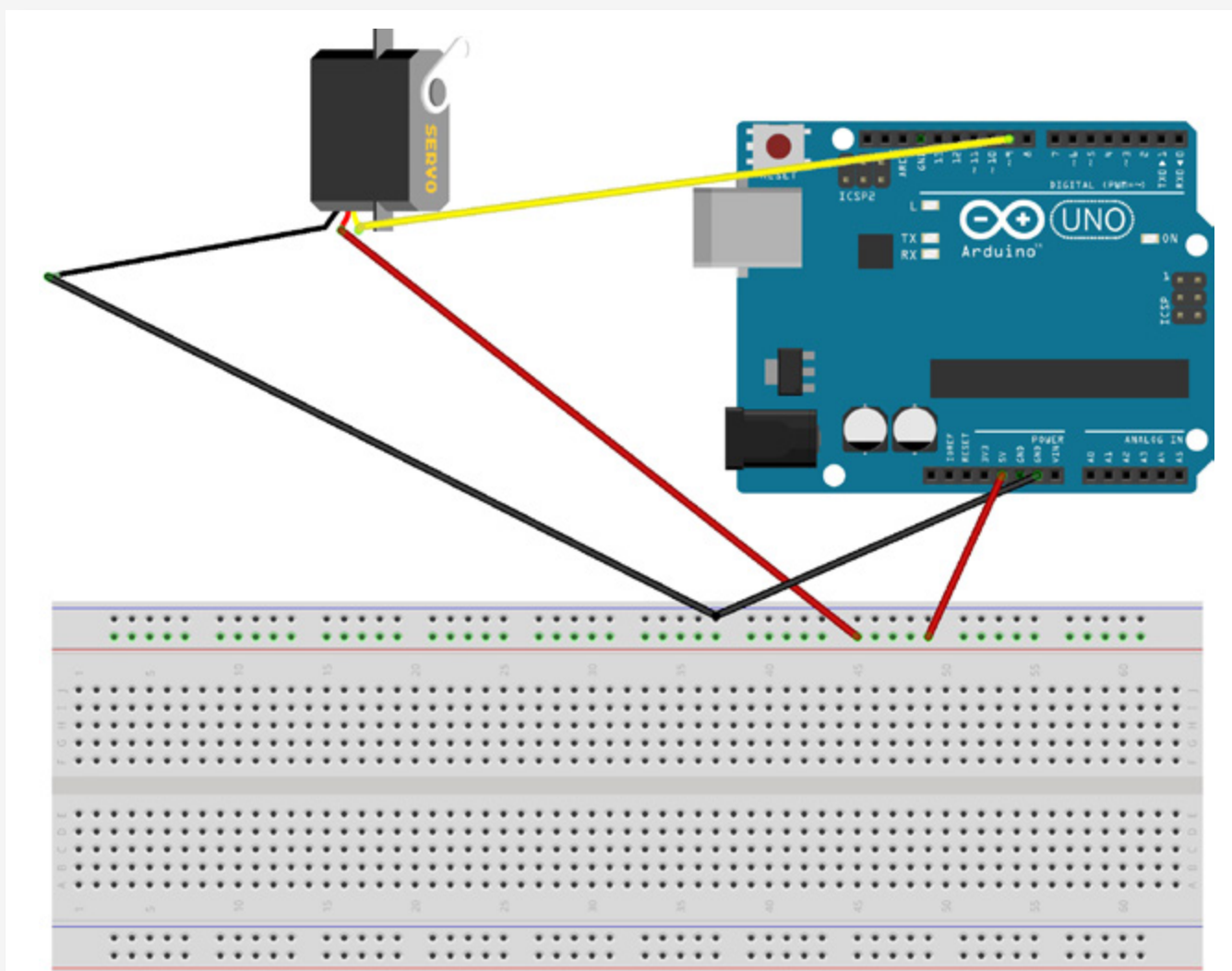
void loop() {
  servoMotor.write(0); // Desplazamos a la posición 0°
  delay(1000); // Esperamos 1 segundo

  servoMotor.write(90); // Desplazamos a la posición 90°
  delay(1000); // Esperamos 1 segundo
  servoMotor.write(180); // Desplazamos a la posición 180°
  delay(1000); // Esperamos 1 segundo
}
```

### Haciendo funcionar un servomotor

### Actividad 4

Armen el circuito y escriban el código básico para posicionar el servomotor en los ángulos  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $180^\circ$ , que se mueva en forma continua y pase por los tres estados, a fin de aprender el funcionamiento del servo.



Es importante tener en cuenta que el cable blanco de conexión a la computadora tiene pérdida de tensión, lo que puede hacer que el servo no funcione bien. Se recomienda usar los cables azules, dado que son mallados y disminuyen la caída de tensión, por lo cual hacen que el servo funcione correctamente con la alimentación del Arduino. De no ser así, los servomotores deben ser alimentados por una fuente externa al Arduino.

### Actividad 5. ¡Mover un brazo robótico! Empecemos por el básico

El objetivo de esta actividad es controlar el movimiento de giro del eje de un servomotor utilizando un potenciómetro.

#### Materiales

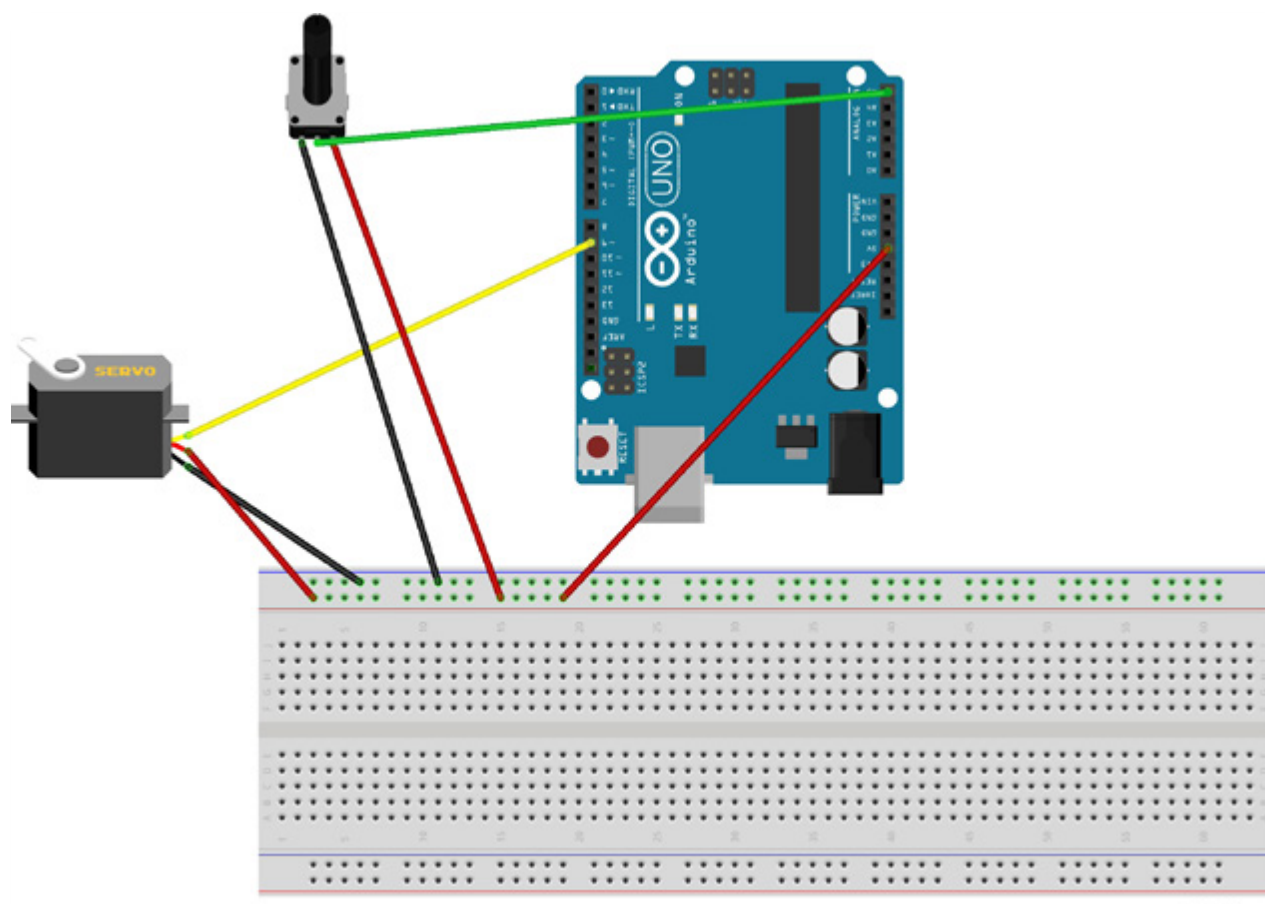
- Una tarjeta Arduino Uno-R3.
- Tarjeta *protoboard*.
- Un servomotor.
- Un potenciómetro rotatorio de 10K.

Además de estos materiales, también es necesario tener una computadora, un cable USB de impresora mallado azul y cables para el montaje del circuito.

Los y las estudiantes ya conocen el actuador servomotor: es un dispositivo similar a un motor, que tiene la capacidad de ubicarse en una posición específica dentro de su rango de operación. Además, puede mantenerse estable en dicha posición, ya que dispone de un circuito electrónico de control. Dependiendo del tipo de servomotor, este puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.

#### Montaje de la actividad

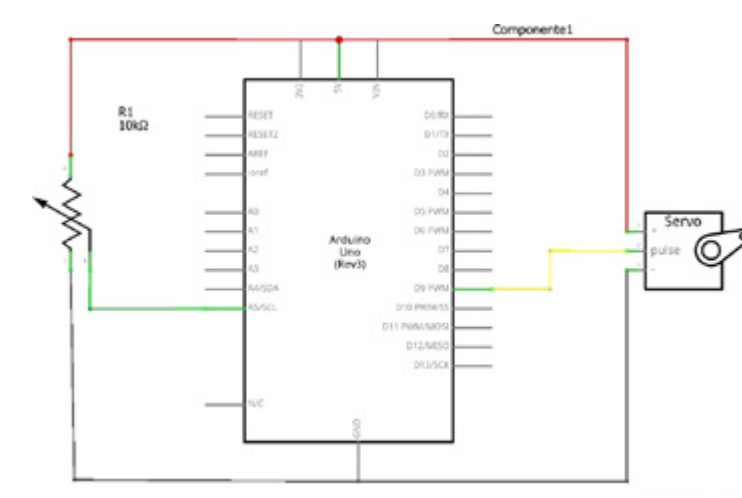
Hay que recordar que los servomotores tienen tres cables: alimentación (rojo), tierra (negro o marrón) y señal (blanco o amarillo). El cable señal va a un pin en Arduino que permita señales con PWM, tal como se vio en la actividad 4.



**Actividad 4.**  
Haciendo  
funcionar un  
servomotor



Se puede observar que el cable rojo va conectado al pin de 5V, el cual envía la alimentación al servomotor y al potenciómetro. El cable amarillo que sale del Arduino al servo va conectado al pin 9. Se eligió este pin porque hay un símbolo ( $\sim$ ), como ya se vio, que indica que esos pines permiten obtener señal PWM. Luego, el cable verde sale del potenciómetro y va conectado al pin A5 del Arduino, donde se obtendrán valores analógicos que van de 0 a 1023. El cable negro (tierra) que sale del Arduino va también al potenciómetro y al servo. El esquema electrónico es el siguiente:



Luego de conocer cómo se construye el circuito en el programa Fritzing, se desarrolla el programa en el IDE de Arduino.

### Cómo realizar el programa (código IDE de Arduino)

Se recomienda colocar los comentarios de lo que se realiza sobre cada línea de código; esto se hace empleando el símbolo `//`, para facilitar la comprensión de la instrucción que se presenta.

Se deben declarar las variables globales que serán utilizadas en el programa. Antes de eso, hay que llamar a la librería (un paquete dentro de la IDE de Arduino denominado Servo `#include<Servo.h>`). Con esta instrucción, se cargan comandos que trabajan solamente con este tipo de dispositivo; a esto se lo llama programación orientada a objetos. Si es necesario agregar alguna librería nueva, es `#include` y después se indica el nombre del paquete.

Luego de incluir la librería, es necesario crear un objeto del tipo servo (`Servo myServo;`); además, se declara la constante de tipo entero llamada PotPin, para saber que el pin del potenciómetro se le asigna el pin A5 (`int const PotPin=A5;`).

Seguidamente, se declara de tipo entero el valor que ya va a leer el potenciómetro PotVal. También se declara una variable angle de tipo entero, ya que se va a emplear un potenciómetro rotatorio y se requiere saber en qué posición va a mandar al servo; a través de este, está midiendo el potenciómetro en  $0^\circ$ ,  $180^\circ$ .

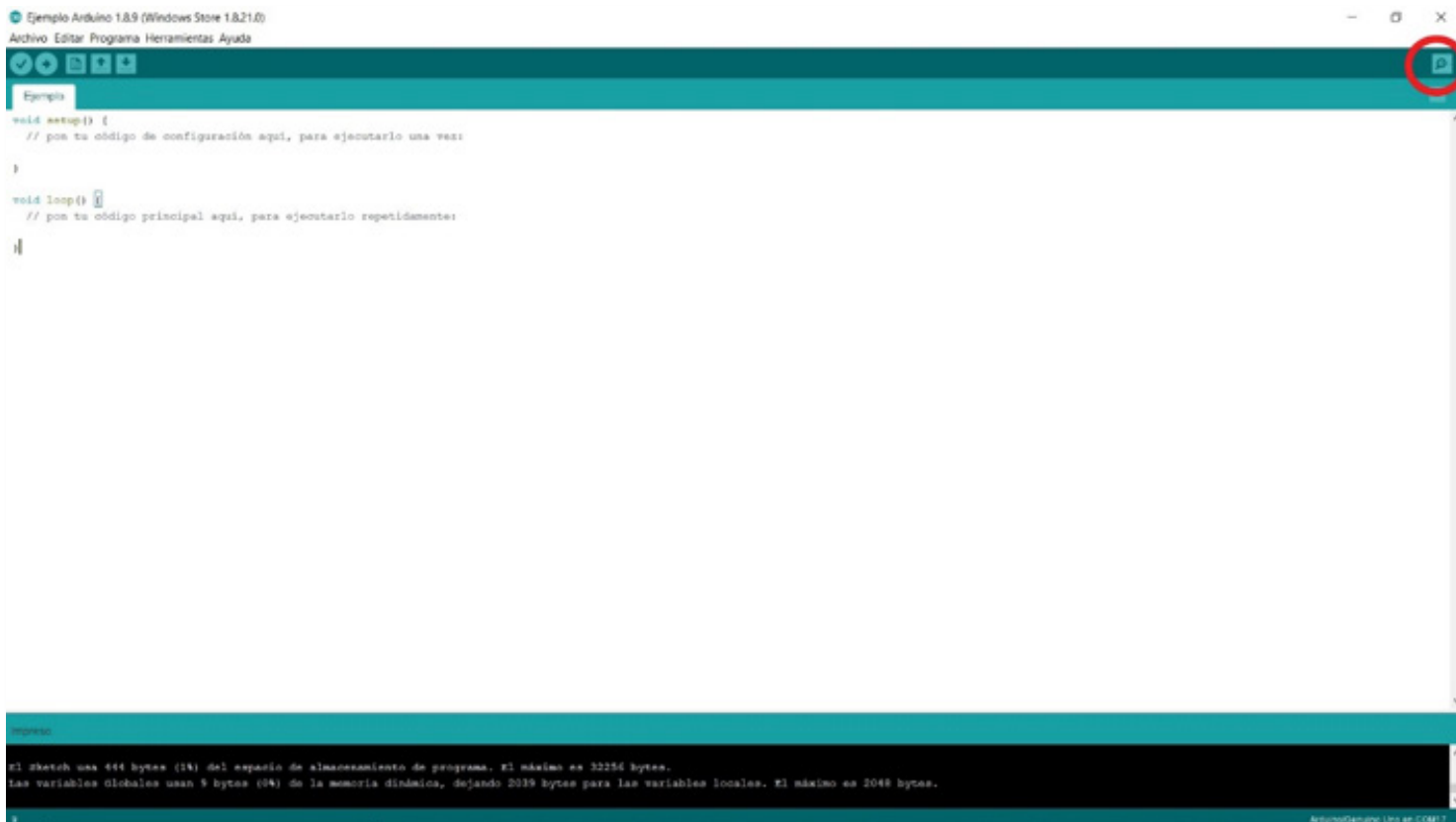
A continuación, se realiza la declaración de las configuraciones de las variables o la inicialización de la comunicación serie dentro de los paréntesis que delimitan el bloque de programa `void setup()`. Se debe indicar al programa dónde está conectado el servomotor mediante la instrucción `myServo.attach(9)`; esa señal que se le provee estará en el pin 9. Para la realización de esta actividad, se trabaja con el monitor o puerto serie, es decir, la comunicación de datos con el computador. Para abrir el puerto serie, se utiliza el comando `Serial.begin(9600)` y se indica dentro de los paréntesis la velocidad de comunicación con el computador, que generalmente es de 9.600 bits por segundo.

Luego, se procede con el bloque de programación que se encuentra ubicado en el interior de los corchetes del comando `void loop()`, el cual se ejecuta continuamente leyendo el sensor y generando la señal para el actuador. En las primeras instrucciones del bloque de programa, se quiere leer la señal enviada por el potenciómetro al pin A5 y mostrar a través del monitor la señal captada. Para realizar estas acciones, primero se necesita declarar una variable, que será llamada `PotVal`. La señal se ejecuta mediante el comando `PotVal=analogRead(PotPin)` —debido a que se trata de una señal analógica—; se le indica además el pin en el que debe leer la entrada, que se almacena en la variable `PotVal`. Posteriormente, se empleará la función `Serial.print()` para imprimir el valor medido a través del monitor; en el interior de los paréntesis se debe colocar el valor, y si se quiere escribir palabras o frases, estas deben ir delimitadas mediante comillas, es decir: `Serial.print("PotVal:")`. Seguidamente, para que pueda mostrar el valor de la señal, debemos imprimir la variable, `Serial.print(PotVal)`. Para mostrar en el monitor el valor del ángulo correspondiente con la posición en que se encuentra el potenciómetro, se utiliza la rutina para “mapear”, es decir que leerá la señal de 0 a 1023, y se convierte en un ángulo de 0° hasta 179°. Se utiliza el valor guardado en la variable `PotVal`, que está a una escala de 0 a 1023 y se requiere a una escala de 0 a 179. Se mapea mediante el comando `angle=map(PotVal,0,1023,0,179)`. Se utilizará el comando `Serial.print()` para permitir la visualización de los datos. Para enseñar el valor medido a través del monitor, en el interior de los paréntesis se debe colocar el valor; si se quiere escribir palabras o frases, estas deben ir delimitadas mediante comillas, como se ve en `Serial.print("angle= ")`, y luego, para que pueda mostrar el valor de la señal, debemos leer la variable, es decir, `Serial.println(angle)`. Nótese que “println” se utiliza para indicar que el siguiente valor para imprimir debe realizarse en la siguiente línea. Para la actividad, se debe indicar que los valores del ángulo los enviará al servomotor a través del comando `myServo.write(angle)`. Por último, se indica un *delay* para poder dar tiempo a visualizar los valores verdaderos enviados al monitor serial. Finalmente, se debe verificar que al final de cada instrucción se haya colocado el respectivo punto y coma; de lo contrario, habrá errores a la hora de compilar.

Una vez compilado el programa, se ejecuta. Si las conexiones se hicieron de manera correcta, las señales irán a la tarjeta y, de esta, posteriormente al monitor. Sin embargo, para poder observar



estos datos es necesario activar el monitor serial. Esto se realiza oprimiendo clic izquierdo en la barra de herramientas del IDE de Arduino, que señala el monitor serial en la parte superior derecha.



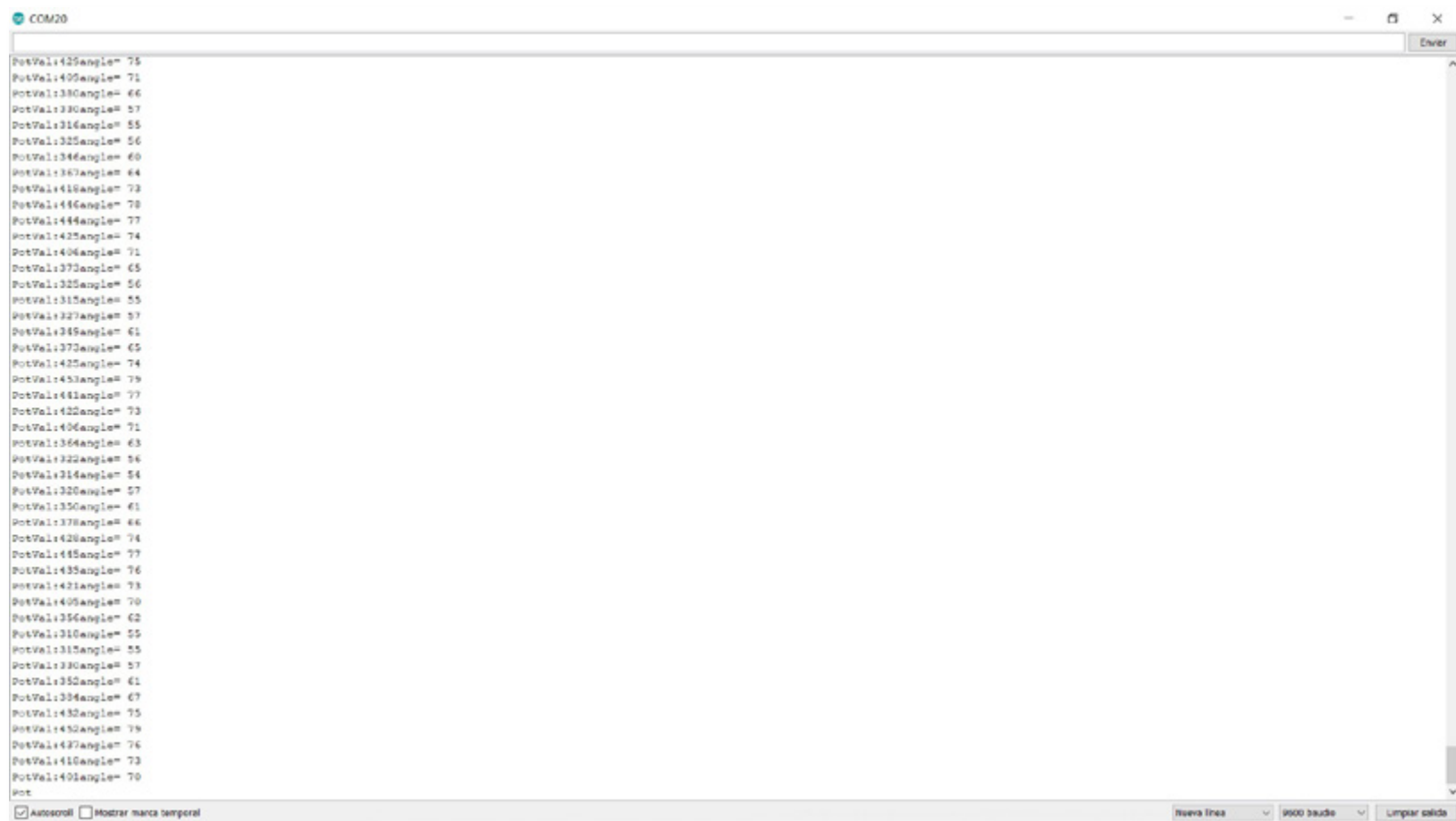
### CÓDIGO DEL PROGRAMA

```
// Uso de potenciómetro y señales analógicas
#include<Servo.h> // carga de la librería
Servo myServo;
int const PotPin=A5;
int PotVal;
int angle;

void setup(){
  myServo.attach(9); // pin 9, que es el que tiene la salida al servo
  Serial.begin(9600); // velocidad de transmisión a la PC
}

void loop(){
  PotVal=analogRead(PotPin); // valor analógico que se lee del potenciómetro
  Serial.print("PotVal:"); // se escribe la palabra
  Serial.print(PotVal); // se escribe el valor entre 0 y 1023
  angle=map(PotVal,0,1023,0,179); // reasigna los valores 0 -1023 a 0 -179
  Serial.print ("angle= "); // se escribe la palabra
```

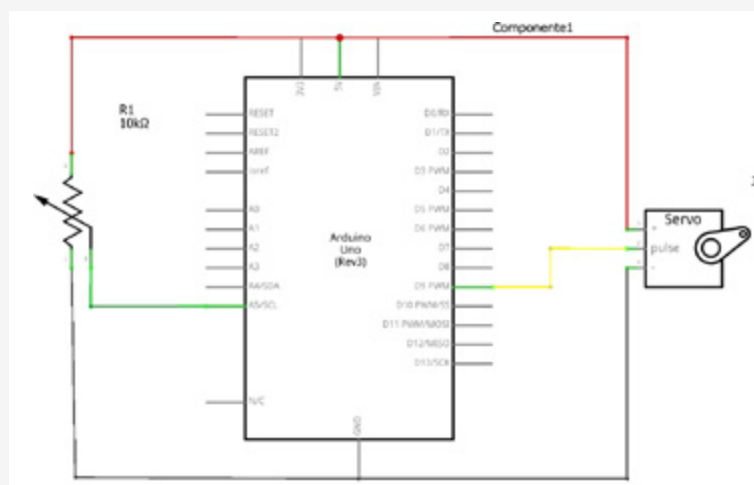
```
Serial.println (angle); // se escribe el valor entre 0 a 179 y se baja el renglón
myServo.write(angle); // se manda al servo el ángulo
delay (15); // se da tiempo para poder leer los datos
}
```



### ¡Mover un brazo robótico! Empecemos por el básico

### Actividad 5

Armen el circuito esquemático en una *proto-board* y programen el Arduino para que controle el movimiento de un servo con un simple potenciómetro.



### Recursos digitales



En caso de ser necesario, pueden consultar los siguientes tutoriales:

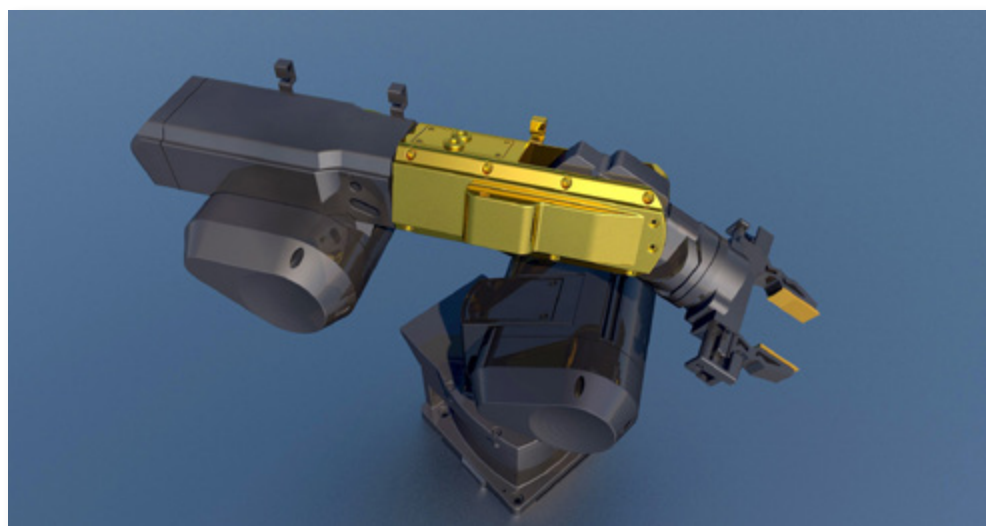
- G.C.A.B.A., Plan Integral de Educación Digital, Gerencia Operativa Incorporación de Tecnologías (InTec) (s. f.). [Tutorial Arduino](#).
- G.C.A.B.A., Plan Integral de Educación Digital, Gerencia Operativa Incorporación de Tecnologías (InTec) (s. f.). [Robótica Educativa. Kit Básico Arduino UNO](#).



### Actividad anterior

El control de un servo se reduce a indicar su posición mediante una señal PWM de voltaje. El ángulo de ubicación del motor depende de la duración del nivel alto de la señal. Cada servomotor, dependiendo de la marca y el modelo utilizado, tiene sus propios márgenes de operación. Para utilizar los servos, se debe tener el datasheet disponible, que indica las especificaciones técnicas. El datasheet marca las especificaciones de la velocidad máxima, hasta dónde puede llegar el servo, el par torsor máximo y su velocidad específica que cuenta al estar conectado a una fuente de poder.

Para ampliar esta actividad o realizar un proyecto con los y las estudiantes, se puede armar un brazo robótico completo con cuatro servos y cuatro potenciómetros. Se recomienda utilizar una fuente externa y sacar del programa las lecturas del monitor. Simplemente, se puede manejar un servo con cada potenciómetro. También se puede combinar con la impresora 3D para hacer las partes necesarias, en combinación con la materia Tecnología de la Representación.



En el caso de que no pueda combinarse con dicha materia, se pueden utilizar, por ejemplo, palitos de helado. También se puede recurrir a la ayuda de otra sección del Taller.

Orientaciones para la evaluación

La evaluación suministra a los y las estudiantes el estado acerca de los conocimientos que experimentan y las prácticas que realizan durante el aprendizaje, y a la o el docente información sobre la enseñanza que ha dictado. Para evaluar esta continuidad de saberes, se espera que los y las estudiantes analicen lo realizado a lo largo de la secuencia, a fin de hacer una autocrítica al respecto.



Se puede proponer, entonces, que verifiquen los circuitos armados para que así surjan las dudas, de modo que el docente pueda trabajar con el grupo para que dé cuenta de sus aprendizajes.

Esta es una buena oportunidad para pensar en un modo de evaluar que permita analizar las individualidades dentro del grupo. En Taller, el trabajo grupal es fundamental para las actividades, como también el armado y la verificación del funcionamiento correcto de las prácticas realizadas.

En esta instancia, se puede poner en evidencia la importancia de cada individuo en el equipo. Por eso, se busca que sean los y las estudiantes quienes evalúen su proceso y el de sus compañeros y compañeras dentro de cada pequeño grupo. Esta forma de evaluar sirve para tomar conciencia de la importancia del trabajo compartido y de lo que hace cada uno en ese proceso.

Muchas veces, uno se encuentra con que, en los trabajos grupales, solo pocos estudiantes trabajan y el resto se lleva sus logros. Otras veces, se dividen las tareas y no trabajan efectivamente en grupo. Producir en grupo es relacionarse, debatir y lograr un trabajo colaborativo. Para que el proceso de evaluación grupal sea objetivo, se puede proponer que se guíen por una rúbrica como la siguiente:

|                 | Destacado  | Satisfactorio  | Elemental  | Poco satisfactorio                              |
|-----------------|--|--|--|---|
| Trabajo         | Trabajan constantemente, con muy buena organización.                                   | Trabajan bien individualmente, pero no se interrelacionan.                           | Trabajan, pero sin organización.   | Apenas trabajan y no muestran interés.          |
| Participación   | Todos los miembros del equipo participan activamente y con entusiasmo.                 | Al menos el 75% de los estudiantes participa activamente.                            | Al menos la mitad de los estudiantes presenta ideas propias.                 | Solo una o dos personas participan activamente. |
| Responsabilidad | Todos los miembros del equipo comparten por igual la responsabilidad sobre las tareas. | La mayor parte de los miembros del equipo comparte la responsabilidad de las tareas. | La responsabilidad es compartida por la mitad de los integrantes del equipo. | La responsabilidad recae en una sola persona.   |

|                     |  |   |   |   |
|---------------------|--|---|---|---|
| Dinámica de trabajo | Escuchan y aceptan comentarios, sugerencias y opiniones de los otros, y los usan para mejorar su trabajo, llegando a acuerdos. | Escuchan los comentarios, sugerencias y opiniones de los otros, pero no los usan para mejorar su trabajo. | Muestran alguna habilidad para interactuar. Hay alguna evidencia de discusión o planeamiento de alternativas. | Muestran muy poca interacción y conversaciones muy breves. Algunos están distraídos o desinteresados. |
| Actitud del equipo  | Se respetan y se animan entre todos para mejorar el trabajo, haciendo propuestas.  | Trabajan con respeto mutuo y se animan entre todos para mejorar el trabajo, pero no toman las propuestas. | Trabajan con respeto mutuo, pero no suelen animarse a mejorar el trabajo.                                     | No trabajan en forma respetuosa.  |
| Roles               | Cada estudiante tiene un rol definido y lo desempeña de manera efectiva.   | Cada estudiante tiene un rol asignado, pero no está claramente definido.                                  | Hay roles asignados a los estudiantes, pero no los desempeñan.  | No se aprecia ninguna intención para asignar roles a cada miembro del equipo.                         |

En la actividad 1, se solicitó a los y las estudiantes realizar un informe técnico. Para eso, tendrán que seguir las consignas, y seguramente se realizarán varias correcciones y nuevas presentaciones. El resultado final de este proceso será, por lo tanto, un informe técnico con mucha participación y coherencia. Se evaluará, según lo propuesto en el cuadro principal, el trabajo en grupo.

En lo que respecta a las actividades 2, 3, 4 y 5, el informe técnico se presenta como un complemento al armado y el funcionamiento de la propuesta. Los y las estudiantes deben conocer las características de los componentes involucrados. Es necesario que realicen una investigación acerca de los temas de sensores y actuadores que existen en el mercado; de ser necesario, pueden buscar información en internet.

Una vez que todos y todas hayan completado el informe técnico, el armado y el funcionamiento de las actividades, se hará una revisión en conjunto para repasar aquellas referencias que hayan generado dudas.

También se evaluarán el armado y la prolijidad en la colocación de los componentes, así como el criterio de programación del Arduino.



Actividad 1.  
¿Qué son los lazos abiertos o cerrados? ¿Cómo funcionan?



Actividad 2.  
¡Prende y apaga! Un led



Actividad 3.  
¡Semáforo de la esquina! Armemos



Actividad 4.  
Haciendo funcionar un servomotor



Actividad 5.  
¡Mover un brazo robótico! Empecemos por el básico



## Anexo 1

### Informe técnico

Un informe técnico es un documento mediante el cual se expone claramente y con cierto detalle el desarrollo o el resultado de una investigación o proyecto, para permitir una rápida comprensión de una situación compleja. Por lo tanto, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser organizado y estructurado para facilitar su lectura.
- Debe ser un escrito claro, sencillo y conciso.
- Los datos que se proporcionen tienen que ser exactos, de manera que puedan demostrarse de forma simple.
- Debe contener la información más importante y hacer a un lado información o datos intrascendentes.
- Se deben evitar repeticiones innecesarias.
- Si es necesario, se debe apoyar el material con gráficos o fotografías.
- Debe permitir la fácil comprensión de una situación compleja.
- Como está enfocado a que sea leído por otras personas y no solo por nosotros mismos, se debe tener en consideración a quién va dirigido.

Pueden consultar con el o la docente acerca de ciertas pautas de organización, por ejemplo, el índice, una estructura lógica, recomendaciones generalmente aceptadas, las secciones más comunes y los apéndices.

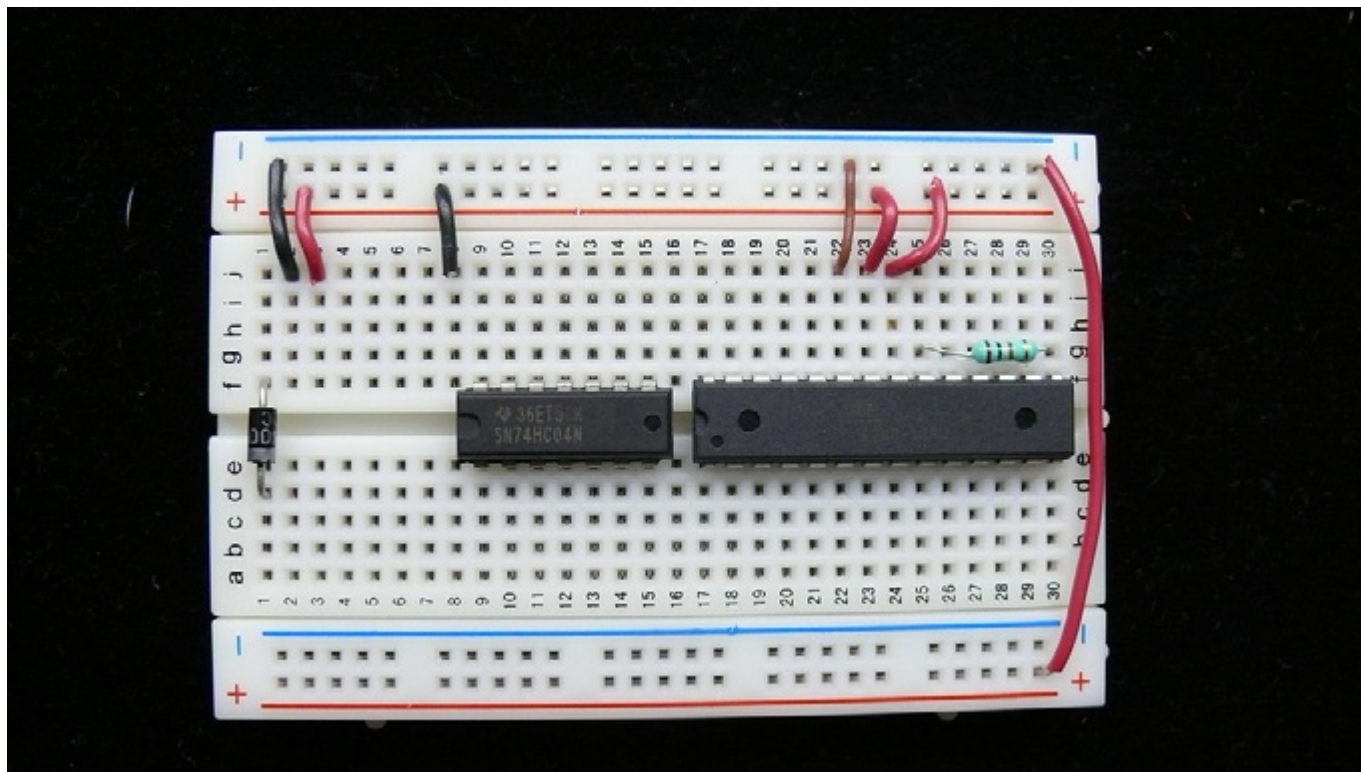
## Anexo 2

### Protoboard

Una *protoboard* es una placa de ensayos en la que se pueden colocar elementos electrónicos y cables de modo sencillo, con los que se arman circuitos sin la necesidad de soldar ninguno de los componentes, dado que tienen perforaciones conectadas entre sí por medio de láminas metálicas.

Las *protoboards* tienen tres zonas: el canal central, las pistas y los buses.

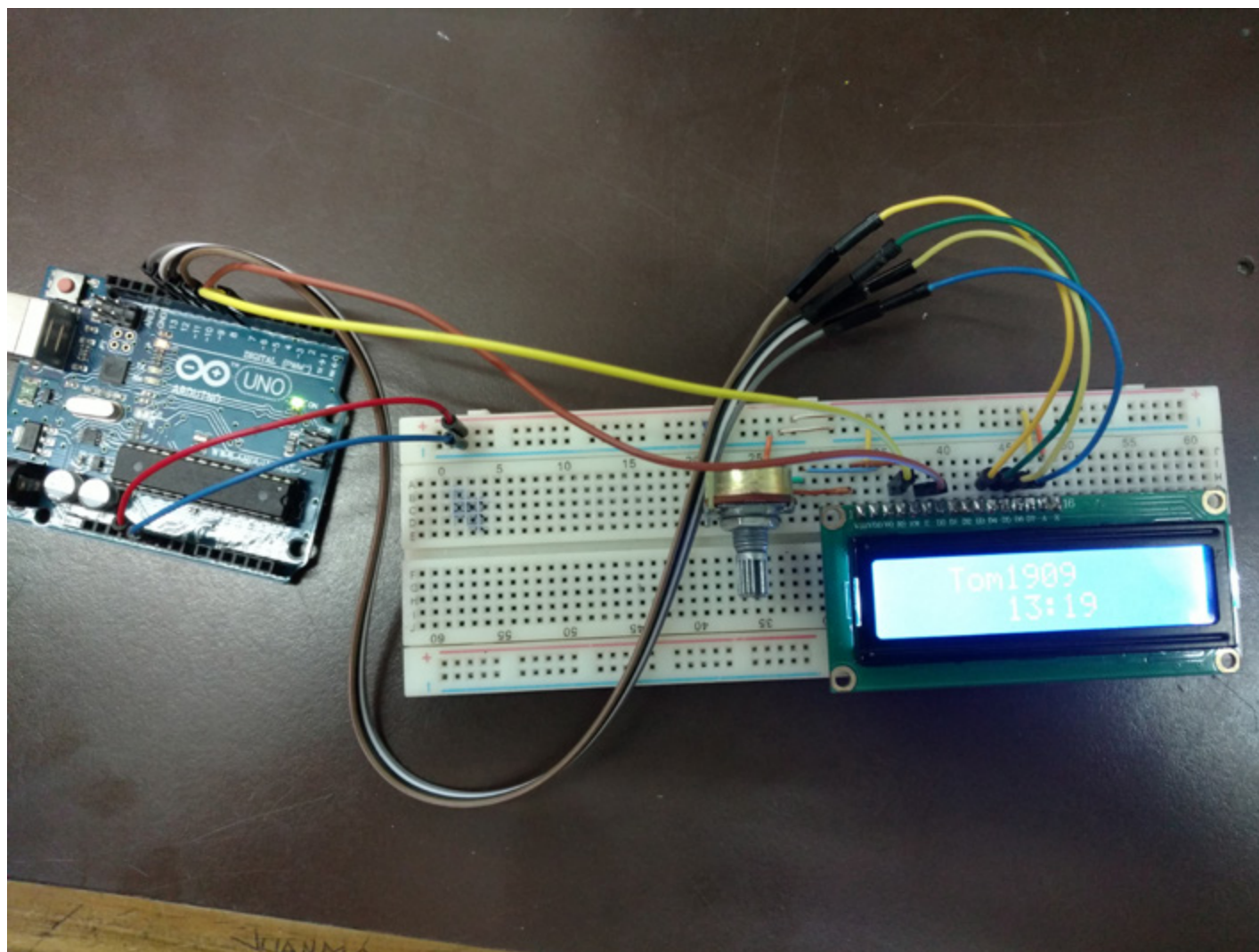
- Debe ser un escrito claro, sencillo y conciso.
- En el canal central, ubicado en la parte media, se conectan los circuitos integrados para mantener aislados los pines de ambos lados del circuito integrado.
- Los buses se encuentran a los lados de la placa, y se usan para conectar la tierra del circuito y su voltaje de alimentación (puede ser 3V o 5V). Están indicados con franjas de color negro o azul para indicar el bus de tierra, y de color rojo para indicar el bus de voltaje positivo.
- El resto de las perforaciones pertenecen a las pistas. Como se mencionó anteriormente, las pistas están separadas por filas. Las filas están indicadas con números y las columnas están indicadas con letras.



Las *protoboards* presentan ventajas y desventajas:

- Entre sus principales ventajas, está que pueden utilizarse varias veces y se pueden cambiar los componentes sin necesidad de desoldarlos.
- Entre sus desventajas, está el problema de que en ocasiones puede haber falsos contactos, los cables empleados pueden tener mala conductividad. Otra desventaja es que las *protoboards* no están diseñadas para trabajar con componentes de gran potencia, son para pruebas de baja potencia.

Cuando trabajemos, tenemos que ser lo más prolijos posibles al armar circuitos (para que sea más fácil detectar los problemas).



¡Algunas reglas más!

Para evitar errores o cortocircuitos, tratemos de que los cables que salgan del BUS sean:

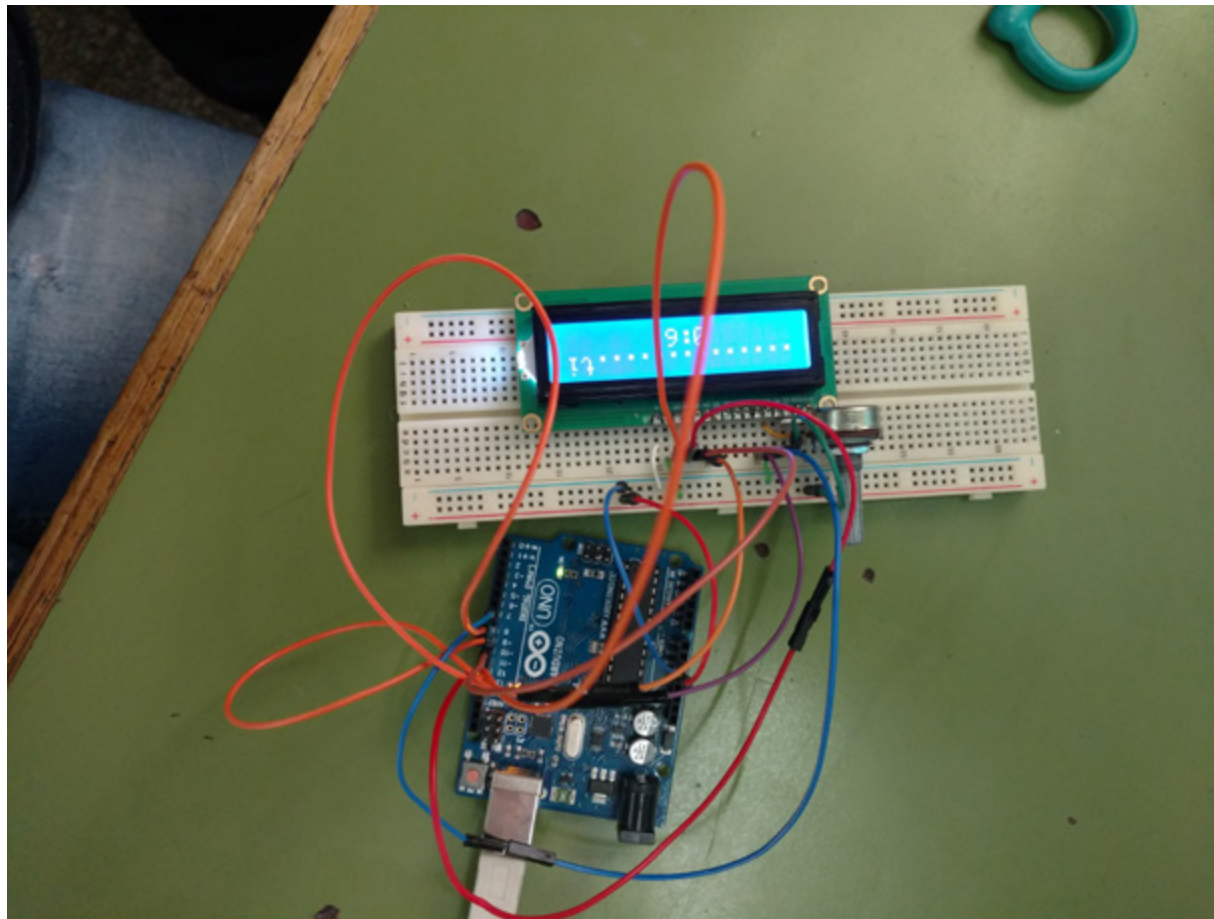
- POSITIVO (+), de color ROJO.
- NEGATIVO (-), de color NEGRO o AZUL.

Evitemos:

- Tener cables innecesarios.



- Cruzar cables.
- ¡HACER CORTOCIRCUITOS!



¿Qué pasa si no cumplimos estas reglas? Nos resultará prácticamente IMPOSIBLE verificar el circuito.

### Bibliografía

- Evans, Brian W. (2011). *Arduino Programming Notebook (Ed. Española)*. S. l.: Ardumanía. [Guía básica de Arduino](#), en tdrobótica.co.
- Enríquez Herrador, Rafael (2009). *Guía de Usuario de Arduino*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Fitzgerald, Scott y Shiloh, Michael (2018). *Arduino Libro de Proyectos*.
- G.C.A.B.A., Plan Integral de Educación Digital, Gerencia Operativa Incorporación de Tecnologías (InTec) (s. f.). [Tutorial Arduino](#).
- G.C.A.B.A., Plan Integral de Educación Digital, Gerencia Operativa Incorporación de Tecnologías (InTec) (s. f.). [Robótica Educativa. Kit Básico Arduino UNO](#).

### Imágenes

- Página 17. Toaster, Donovan Govan, Wikimedia Common, <https://bit.ly/2oQDoZu>.  
Food into a refrigerator, Bretwa, Wikimedia Common, <https://bit.ly/33PN2KG>.
- Página 18. Dishwasher, Teepetersen, Wikimedia Common, <https://bit.ly/2nX7TMK>.  
Electric steam iron, Colin, Wikimedia Common, <https://bit.ly/32zm8pZ>.
- Página 20. Circuito en *protoboard* que con un pulsado maneja un led, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 22. Semáforo en la Ciudad de México, Adrián Cerón, Wikimedia Common, <https://bit.ly/35QFJ7b>.
- Página 23. Circuito en *protoboard* de un semáforo de esquina, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 26. Secuencia de una señal modulada por ancho de pulso (PWM), aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 28. Circuito en *protoboard* que maneja un servomotor con un pulso PWM, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 29. Circuito en *protoboard* que maneja un servomotor con un pulso PWM, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 30. Circuito en *protoboard* que maneja el ángulo de un servomotor con un potenciómetro, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 35. Robot, PIRO4D, Pixabat, <https://bit.ly/36ORh8b>.
- Página 39. Foto ejemplo de una *protoboard*, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 40. Modelo a seguir del armado en forma correcta de una *protoboard* y un Arduino, aporte de Pablo Rodríguez.
- Página 41. Modelo de armado en forma incorrecta de una *protoboard* y un Arduino, aporte de Pablo Rodríguez.





Vamos Buenos Aires