

Diseño e Implementación de un Curso de Robótica para Estudiantes de Secundaria

Design and implementation of a robotics course for middle school students.

María Fernanda Morales García¹

<https://orcid.org/0009-0000-4122-9440>

Juan Pablo Torres Adame²

<https://orcid.org/0009-0005-8817-1211>

Morales García, M. y Torres Adame, J. (2025). Diseño e implementación de un curso de robótica para estudiantes de secundaria. *Revista Nuevas Perspectivas*. Vol. 4 N.º 7, pp 1-15.

Fecha de recepción: 07/03/2024

Fecha de aceptación: 28/02/2025

Resumen: Este trabajo presenta la implementación de un curso de robótica en estudiantes de secundaria. Se utilizó el software y hardware Arduino mediante la gamificación y la introducción de un sistema de recompensas para incrementar el interés en el curso. Como proyecto final, los estudiantes realizaron un carro robot evasor de obstáculos el cual presentó un diseño personalizado por los alumnos. El curso se realizó en octubre y noviembre de 2021 en ocho sesiones de 90 minutos cada una. Se logró el objetivo del curso al trabajar en equipo y adquirir nuevos conocimientos en STEM.

Palabras clave: ciencia y tecnología, cursos, robótica, STEM

Abstract: This work presents the implementation of a robotics course in middle school students. The Arduino software and hardware was used through gamification and the introduction of a reward system to increase the interest in the course. As a final project, the students developed an obstacle-evading robot car which presented a personalized design made by the students. The course took place

¹ Universidad Tamaulipeca, México. Contacto: fernanda_morales@universidadtamaulipeca.edu.mx

² Universidad Tamaulipeca, México. Contacto: pablo.torres@universidadtamaulipeca.edu.mx

in October and November 2021 in eight sessions of 90 minutes each. The course objective was completed by working as a team and acquiring new knowledge in STEM.

Keywords: science and technology, courses, robotics, STEM

Antecedentes

El mundo actual se encuentra cambiando constantemente, nuestra manera de entender e interactuar con la tecnología debe ser parte de este cambio. Por ello se necesitan iniciativas que preparen a todos los alumnos para el cambio climático y los conecten a internet y a las innovaciones digitales (Naciones Unidas, 2023). El aprendizaje debe darles especial importancia a nuevas habilidades como alfabetismo digital, habilidades financieras y a las relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Matemáticas e Ingeniería (STEM) (United Nations, 2022) ya que éstas han mostrado una tendencia de crecimiento, y se espera que su relevancia en la sociedad siga creciendo en los próximos años (National Science Board, 2021b).

A las disciplinas relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Matemáticas e Ingeniería, se les conoce por su acrónimo en inglés STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics). Éste fue utilizado por primera vez por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos de América al encontrar una relación entre la resolución de problemas sociales para la prosperidad del país, y los empleos dependientes de la ciencia, tecnología e innovación (Britannica, 2023). En Estados Unidos, se espera que para el 2026 exista un crecimiento en los trabajos relacionados con la ciencia y tecnología, que representa casi el doble del crecimiento laboral total esperado en ese país (National Science Board, 2019). Contar con una diversidad de trabajadores calificados en STEM, es esencial para continuar siendo una de las naciones líderes en ciencia, ingeniería e innovación, además de ser vital para el crecimiento económico y competitividad internacional. Asegurar el aprendizaje de las disciplinas STEM en nivel primaria y secundaria, es fundamental para el ingreso a carreras universitarias y posteriormente a un empleo (National Science Board, 2021a).

Debido a las tendencias actuales de trabajo, así como a que las innovaciones tecnológicas se desarrollan rápidamente, se habla en la actualidad de una cuarta revolución industrial (4IR o Industria 4.0) con el potencial de transformar fundamentalmente la manera en que se trabaja, se vive, y se relaciona la humanidad actualmente. Se espera que, con la llegada de nuevas tecnologías, se incrementen la productividad y las oportunidades laborales tanto en la industria o en el campo, como en el hogar, así como que mejoren los estándares de vida actuales (World Economic Forum, 2016). Sin embargo, esto sólo será posible para quienes estén en una posición privilegiada, es decir, aquellas personas con acceso a una educación de calidad que cuenten con habilidades tecnológicas. Los desafíos actuales incluyen la falta de preparación y habilidades tecnológicas, especialmente en países y poblaciones marginadas, como las mujeres y otras minorías (International Labour Organization, 2019) ya que el estado socioeconómico y la raza o etnia de los estudiantes son factores que influyen en el rendimiento académico de las disciplinas STEM (National Science Board, 2021b; OECD, 2019).

De acuerdo al reporte Habilidades para el Empleo, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), México tiene un exceso de trabajadores en el sector Salud y Trabajo Social, mientras que, en las actividades Científicas, Profesionales, y Técnicas hay una escasez de los mismos (OECD, 2018), lo que demuestra que en México existe un bajo nivel de interés en las disciplinas STEM, mientras que en las áreas no relacionadas a STEM, se presenta lo contrario. Por otro lado, el 78% de los jóvenes mexicanos no están interesados en dedicarse a la ciencia (Rojas Montemayor et al., 2019). Esta falta de interés se ve reflejada en el bajo rendimiento de los estudiantes obtenido en la prueba del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés: *Programme for International Student Assessment*), ya que, en el desempeño en lectura, matemáticas, y ciencias, México tiene un nivel por debajo del promedio de los países de la OCDE (OECD, 2018).

Para asegurar el desarrollo y crecimiento de México en las disciplinas STEM, en 2018 se conformó la Alianza para la Promoción de STEM (APSTEM). Este organismo al año siguiente presentó el documento “Visión STEM para México” (Rojas Montemayor et al., 2019) con la finalidad de asegurar la calidad en la educación STEM trabajando en conjunto con las autoridades y diferentes actores sociales. Además, como parte del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en su programa especial de ciencia, tecnología e Innovación 2021-2024, ha establecido como estrategia prioritaria “fortalecer e incrementar la consolidación y crecimiento de programas de posgrados que se enfoquen a ciencias de frontera en disciplinas STEM” (CONACYT, 2021).

Por otro lado, en agosto de 2022 la Secretaría de Economía presentó la iniciativa Modo STEM Mx para fomentar la participación de más mujeres adolescentes y jóvenes en las carreras vinculadas con STEM (Secretaría de Economía, 2022). Ésta última iniciativa del gobierno federal, responde específicamente al llamado de la Organización de las Naciones Unidas a cumplir los objetivos de desarrollo sostenible cuarto y quinto (ODS 4 y ODS 5), los cuales pretenden asegurar una educación de calidad y la equidad de género respectivamente, y cumplir así con la Agenda 2030 (United Nations, 2015).

Lograr la equidad de género y una educación de calidad que sea relevante en una sociedad cuya relación con la tecnología cambia rápidamente debe atenderse desde la decisión de las jóvenes estudiantes por una carrera universitaria relacionada con STEM ya que a pesar de tener en promedio mayores ingresos mensuales y una brecha salarial menor, las mujeres eligen con poca frecuencia las carreras relacionadas con estas disciplinas, especialmente en zonas marginadas. Los factores que llevan a la desigualdad entre hombres y mujeres en STEM son tan diversos que abarcan aspectos de tipo económico, cultural, social y religioso (Bello, 2020; Wajcman et al., 2020). Otro motivo por el cual es importante la inclusión de las mujeres en el área de las STEM es el hecho de que con la Industria 4.0 existe el riesgo de que el número de empleos disminuya gracias a la automatización, siendo las mujeres el 70% de los trabajadores en riesgo de perder sus empleos. Además, la ONU anticipa que de no incrementar el número de mujeres en STEM, ellas tendrán 5 empleos perdidos por cada empleo ganado (Bello et al., 2021).

De acuerdo a la prueba PISA aplicada en 2018, en México los hombres superan a las mujeres por 12 puntos en conocimientos y habilidades en matemáticas, mientras que en ciencias la diferencia es de 9 puntos. La brecha de género en el país es considerablemente mayor al promedio entre los países de la OCDE, donde la brecha es de sólo 5 puntos a favor de los hombres en matemáticas, mientras que, en ciencias, las mujeres superan a los hombres por 2 puntos (OECD, 2019). Esta brecha también se aprecia en la clara tendencia de las mujeres en México por elegir carreras relacionadas con Educación, Ciencias de la Salud, Artes y Humanidades, Servicios y Ciencias Sociales y Derecho, mientras que los hombres eligen carreras como Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería, Manufactura y Construcción, y Agronomía y Veterinaria (INEGI, 2022). Del total de profesionistas en el país, el 47% son mujeres, por lo que, de manera general, puede decirse que existe paridad de género entre los profesionistas del país.

Sin embargo, la brecha de género en las disciplinas STEM, se ve reflejada no sólo a nivel licenciatura, sino también en el ámbito laboral ya que de los profesionistas STEM, sólo el 30% son mujeres (García Dobarganes & Torres-Tirado, 2022). A esto se suma que la permanencia y crecimiento en el mercado laboral de las mujeres, es menor que el de los hombres.

Al no tener tanta visibilidad en el área profesional se refuerza el estereotipo que asocia a los hombres a estos trabajos, lo que puede ser desmotivante para las niñas y jóvenes llevándolas a elegir otras carreras (Hernández Herrera, 2021). Considerar ciertos temas como “masculinos” o que las mujeres tienen menor capacidad que los hombres en ellos, son estereotipos que comienzan desde la niñez, lo que lleva a que sean las mismas niñas quienes dejan de optar por la educación STEM (García Dobarganes & Torres-Tirado, 2022; UNESCO, 2019a, 2019b).

El estado de Tamaulipas tiene un nivel de competitividad medio alto, al encontrarse en el onceavo lugar en el ranking del Índice de Competitividad Estatal (IMCO, 2022). De acuerdo a la Secretaría de Desarrollo Económico (2022), sus principales sectores económicos con potencial de desarrollo (sector automotriz, eléctrico-electrónico, químico-petroquímico, aeroespacial, médico, energético, y agroindustrial) están relacionados con las disciplinas STEM, por lo tanto, no sólo es importante que los jóvenes del Estado incrementen su participación en estas áreas, también es imprescindible que su preparación sea óptima para aumentar la competitividad y productividad a nivel estatal y nacional.

En Tamaulipas la cantidad de estudiantes matriculados en el nivel superior durante el periodo escolar 2021-2022 fue de 132,251 alumnos. El total de alumnos inscritos en carreras STEM fue de 45,351, siendo únicamente 13,900 las mujeres estudiando alguna de estas (IMCO, 2023). Esto significa que, a nivel estatal, únicamente el 10.5% de los estudiantes de licenciatura, son mujeres en alguna carrera STEM. Al hacer un análisis de los datos reportados por el IMCO, y, considerando la cantidad de alumnos inscritos en el periodo escolar 2021-2022 en las carreras STEM de Tamaulipas, el número de mujeres tendría que aumentar un 126.2% para lograr la paridad de género. Teniendo en cuenta que en los últimos años Tamaulipas ha cerrado la brecha de género un 4%, si se mantiene ese ritmo de crecimiento, el estado tardará 21 años en lograr la paridad de género.

Es evidente que deben desarrollarse acciones para lograr que en las jóvenes surja un interés por estas disciplinas, no solo en la elección de la licenciatura, sino también desde la elección de un bachillerato tecnológico que las pueda ir encaminando a estas áreas. La decisión de ingresar a un bachillerato tecnológico afín a STEM puede definirse cuando las estudiantes aún están en la secundaria.

A nivel internacional, se han realizado diversas acciones en un esfuerzo por incrementar el interés en las y los jóvenes estudiantes hacia las disciplinas STEM, siendo una de ellas la convocatoria *Notice of Funding Opportunity (NOFO): Public Diplomacy Grant Program - Empowering Communities Through Technology and Education (2021)*. La cual fue lanzada por el Consulado General de los Estados Unidos con el objetivo de financiar programas capaces de mejorar el acceso y el uso de las tecnologías en la educación en comunidades remotas o desatendidas; esperando que los estudiantes tengan el conocimiento para el acceso a las tecnologías que les permitan mejorar su conexión con el mundo digital y las oportunidades educativas y de empleo.

Como respuesta a la mencionada convocatoria, la cual surge por la necesidad de fortalecer a las organizaciones de la comunidad que promuevan la educación el uso de la tecnología, y las disciplinas STEM en los jóvenes mexicanos dentro de los 13 y 21 años de edad, la Universidad Tamaulipeca (UT) diseñó e implementó el programa “Brigada STEM UT: Crear para aprender”.

Desarrollo

El curso-taller

El Curso-Taller de robótica “Brigada STEM UT: Crear para aprender” está dirigido a estudiantes de secundaria. Tiene como propósito presentar las disciplinas STEM utilizando la placa microcontroladora Arduino UNO, y el software asociado IDE de Arduino, de una manera interactiva y entretenida para los estudiantes, y que sea, además, algo significativo para ellos (Solís Hernández, 2018). Arduino ha sido considerado como una herramienta interesante y motivante para iniciar el desarrollo en disciplinas STEM (Tupac-Yupanqui et al., 2021). Funciona como una plataforma de desarrollo de software y hardware libre utilizando microcontroladores y circuitos electrónicos programables en computadora (Arduino, 2021).

Para la implementación del curso se tuvieron en cuenta distintos principios, por ejemplo, el balance de género entre los participantes, el énfasis en el trabajo en equipo, y la inclusión de elementos de gamificación.

Se define a la gamificación o ludificación como la aplicación de dinámicas de juego a entornos no recreativos (RAE, 2021). Como parte del curso se llevaron a cabo una serie de dinámicas de competencia en donde se entregaron *stickers* acumulables como recompensa con el objetivo de que los estudiantes se sintieran motivados y comprometidos con el proyecto.

Participantes

Para el curso se contó con la participación de 8 hombres y 8 mujeres estudiantes de segundo año de la Escuela Secundaria Técnica Número 28 “Ingeniero Manuel Garza Caballero”, ubicada en la

comunidad de Nuevo Progreso perteneciente a Río Bravo, Tamaulipas. Se eligió una escuela de ese territorio buscando fomentar la ciencia en una comunidad desatendida. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2020, en la comunidad de Nuevo Progreso el 38.28% de las personas entre los 15 y 17 años de edad no cursaron la educación media superior (INEGI, 2021). Al momento de la realización del curso los estudiantes rondaban entre 12 y 14 años de edad e interactuaban en persona por primera vez, debido a la contingencia por el COVID-19.

Con los 16 estudiantes, se formaron cuatro equipos de trabajo de cuatro integrantes, buscando la paridad de género en cada equipo. Los cuales, además de ser asesorados por los dos profesores que diseñaron e impartieron el curso, contaron con un alumno de nivel medio superior como asesor y experto para guiarlos durante la realización de las actividades prácticas del curso.

Estructura y contenido del curso

El programa se llevó a cabo en 8 sesiones de 90 minutos cada una, durante los meses de octubre y noviembre de 2021. La distribución y el contenido del programa se presenta en la Figura 1.

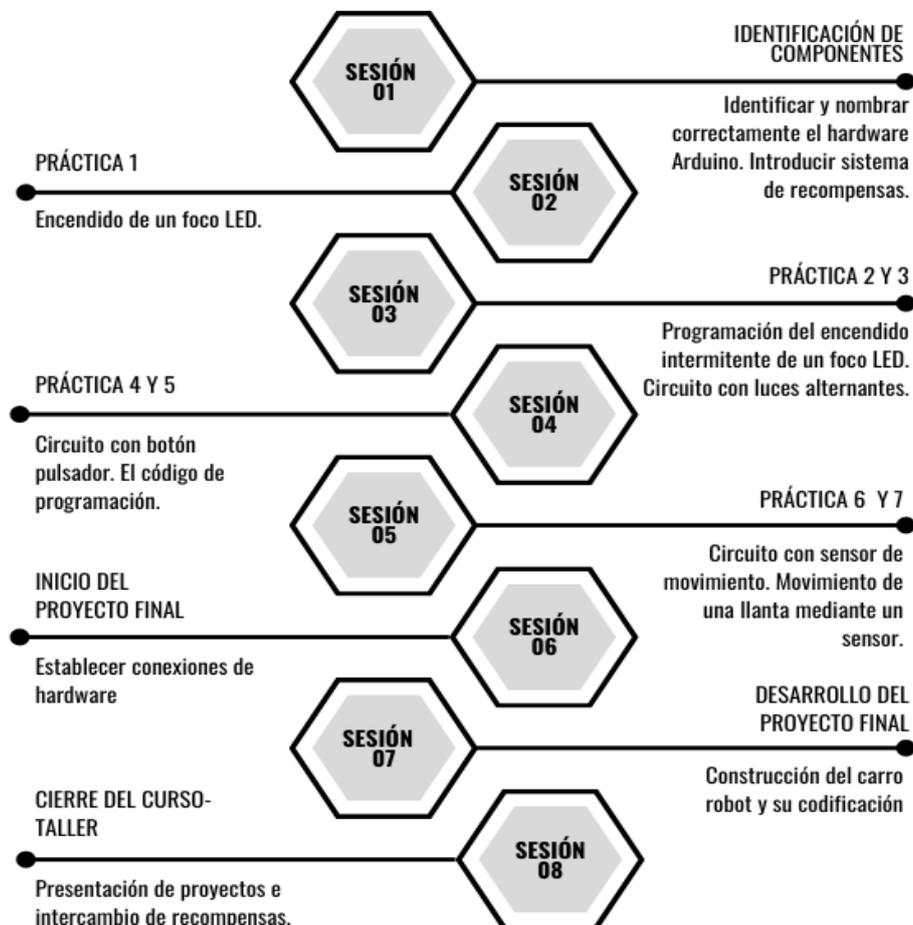


Figura 1. Contenido y distribución del curso-taller de robótica. Elaboración propia.

Se entregó un kit de Arduino a cada grupo de trabajo. Como equipo identificaron los componentes de cada kit (como la placa Arduino UNO, focos LED, cables, etc.) y realizaron diversas actividades que permitieron establecer una relación entre dichos componentes y sus nombres.

De manera individual cada alumno recibió un cuadernillo de trabajo que incluyó las definiciones y el funcionamiento de cada componente del kit de Arduino, el nombre y procedimiento de las prácticas a realizar, la codificación, y el mapeo de circuitos de cada una de ellas con el objetivo de facilitar el entendimiento de las actividades. Mientras que, de manera grupal, se le asignó una laptop a cada equipo con el software IDE de Arduino previamente instalado con el objetivo de que conocieran la interfaz del usuario como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Equipos con su material de trabajo (laptop, kit de Arduino, cuadernillos de trabajo individuales).

Para comenzar los alumnos establecieron la conexión entre el software Arduino y el hardware (placa Arduino UNO) mediante el cable USB. Una vez lograda la conexión se llevó a cabo la práctica #1 del cuadernillo de trabajo (figura 3), la cual consistió en comprobar el voltaje de la placa Arduino mediante el uso de dos cables macho-macho y un foco LED que se encendió inmediatamente después de establecida la conexión. Considerando el mapeo y el procedimiento escrito, así como la guía de los instructores, los alumnos fueron capaces de integrar correctamente los componentes y transcribir el código en el programa Arduino.

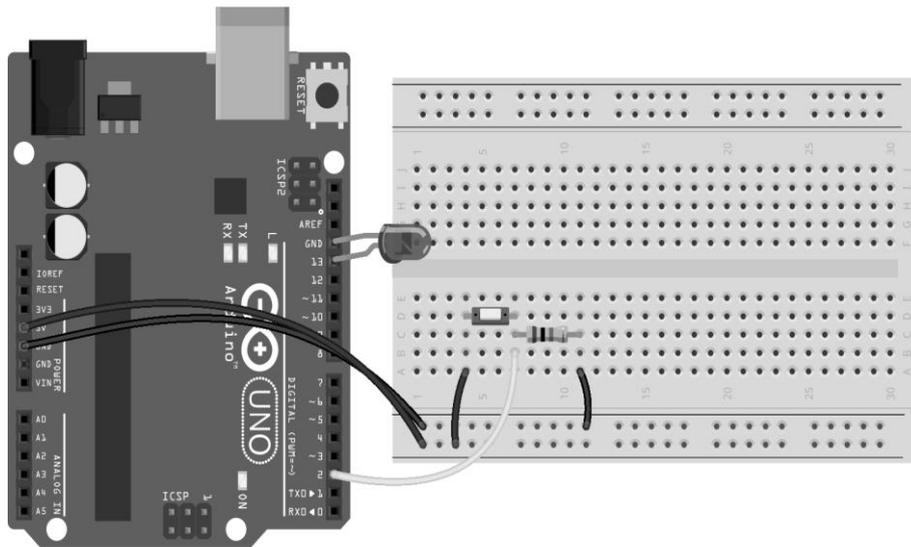


Figura 3. Mapeo de las conexiones a realizar, establecido en el cuadernillo de trabajo.

La segunda práctica realizada consistió en programar un circuito electrónico para que el foco LED encendiera de manera intermitente a intervalos de 5 segundos. Posteriormente los alumnos modificaron el código base previsto en el cuadernillo para aumentar o disminuir los intervalos de encendido y apagado del foco LED. Esto permitió que los alumnos comprendieran la sintaxis del programa y el efecto que tiene en las conexiones.

En la práctica #3, llevada a cabo en la tercera sesión, los alumnos simulaban el funcionamiento de un semáforo. Para ello establecieron las conexiones pertinentes entre la computadora, la placa Arduino y la placa de prueba. En este caso se utilizaron 3 focos LED con los colores de un semáforo (verde, amarillo y rojo), resistencias y cables macho-macho. Utilizando el software Arduino, se transcribió el código para mandar así las indicaciones a la placa Arduino y empezar con las pruebas del funcionamiento del programa. Al verificar el código, algunos equipos presentaron errores de sintaxis los cuales tuvieron que identificar y depurar hasta que se ejecutó correctamente el programa.

En la práctica #4 los estudiantes utilizaron por primera vez el botón pulsador (Figura 4). Esto con la finalidad de que al presionar el botón se encendiera el foco LED. Para ello se utilizaron sentencias condicionales (*if-else*) dentro del código de programación.



Figura 4. Estudiantes conectando el botón pulsador a la placa de prueba.

Además de las prácticas establecidas en el cuadernillo de trabajo se realizaron actividades adicionales con el objetivo de fomentar la competencia y mantener a los estudiantes motivados a continuar en el curso a través de la gamificación. Estas actividades fueron consideradas como la práctica #5. En la primera de ellas cada equipo seleccionó a su programador más rápido para teclear el código de la práctica #2 en el programa Arduino, mientras que en la segunda el equipo debía replicar las conexiones previstas en la práctica #3. Ambas tareas fueron realizadas por los estudiantes en el menor tiempo posible, y los equipos ganadores recibieron la mayor cantidad de *stickers* como recompensa.

Posteriormente, se retomaron las actividades del cuadernillo de trabajo. Como práctica #6 los estudiantes utilizaron un sensor ultrasónico (no incluido en el kit) con el objetivo de detectar movimiento y activar una alarma al conectar el componente *buzzer* a la placa de prueba.

La práctica #7 consistió en hacer funcionar un motor conectado a una llanta. Los componentes utilizados para esta tarea forman parte del kit del carro robot Arduino 2wd. Con este propósito se codificó un programa capaz de hacer girar una llanta por un tiempo definido y desacelerar hasta frenar por completo y girar en sentido contrario.

El proyecto final

El proyecto final de este programa consistió en el armado de un carro robótico evasor de obstáculos. En su primera fase los alumnos identificaron los componentes necesarios de acuerdo al mapeo de las conexiones que se aprecia en la Figura 5.

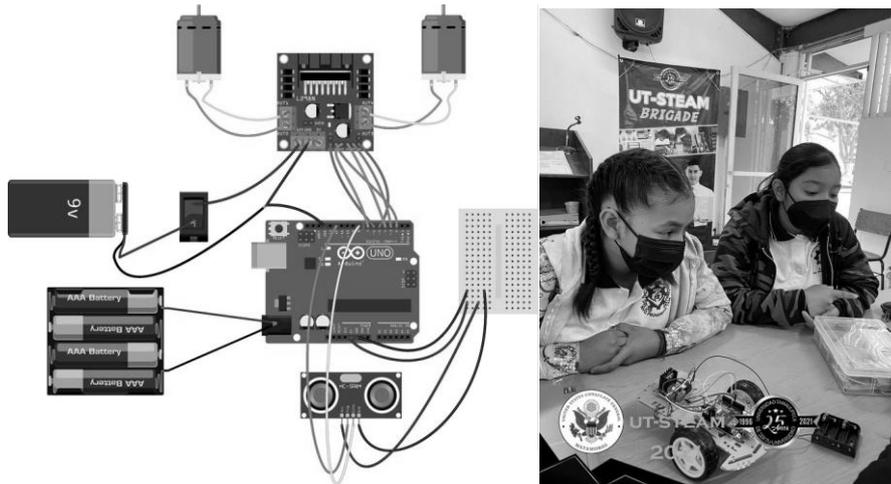


Figura 5. Mapeo de las conexiones del proyecto final y su ensamblado.

En la segunda fase se establecieron las conexiones utilizando material aislante en los cables unidos a los motores de cada llanta. Luego se ensamblaron las llantas en el chasis y se colocó el interruptor de encendido/apagado soldando las terminales de los cables del porta baterías con el interruptor. Luego se conectó el sensor de obstáculos a la placa Arduino y se ubicó en la parte frontal del carro. Finalmente, la placa Arduino y el controlador de motores se colocaron sobre el chasis y se completaron las conexiones faltantes.

En la siguiente sesión los equipos de trabajo culminaron la construcción del carro robot y su codificación. Posteriormente se hicieron las primeras pruebas de conectividad entre los componentes, y de funcionamiento del carro evasor de obstáculos.

Algunos equipos presentaron dificultades en el funcionamiento del vehículo, por ejemplo, cables mal conectados que impedían que el robot se moviera de la manera esperada. Otros equipos presentaron errores por no utilizar la sintaxis correcta. La rectificación de estos errores permitió a los estudiantes realizar las primeras pruebas del funcionamiento correcto de los carros evasores de obstáculos por ellos construidos.

Cierre del Curso-Taller

Los equipos decoraron cada vehículo expresando su creatividad (Figura 6). Posteriormente, se llevó a cabo una competencia final para demostrar que cada vehículo era capaz de evadir obstáculos gracias al sensor ultrasónico instalado en la parte frontal del carro. Con este fin se creó una pista con obstáculos en donde se colocó cada vehículo al centro de la misma, y en un lapso de un minuto cada equipo tuvo la oportunidad de demostrar su funcionamiento a partir de la cantidad de obstáculos evadidos. Finalmente fue premiado con la mayor cantidad de *stickers*, el equipo que tuvo el mejor desempeño.



Figura 6. Proyecto final realizado por cada equipo de trabajo.

Sistema de recompensas

Al notar que los estudiantes se mostraron muy motivados por acumular la mayor cantidad de *stickers* a lo largo del curso, éstos también fueron entregados como recompensa a los estudiantes que contestaran correctamente preguntas relacionadas con los diferentes componentes del kit y sus funciones. De esta manera la motivación por obtener *stickers* llevó a que los estudiantes buscaran reforzar sus conocimientos teóricos.

Al finalizar el curso cada alumno tuvo la oportunidad de utilizar los *stickers* obtenidos (de forma individual o como parte del trabajo en equipo) como moneda de cambio y elegir entre distintas recompensas posibles. De esta manera cada educando obtuvo un premio tangible que representó lo logrado durante el curso de robótica. Utilizar un sistema de recompensas reconoce y premia los esfuerzos realizados por los estudiantes, además, estimula su compromiso y hace que se sientan valorados (Sigalingging et al., 2023). Como recompensas se utilizaron pequeños juguetes, dulces y útiles escolares.

Adicionalmente, los alumnos participantes en el curso de robótica fueron reconocidos por el Consulado de Estados Unidos en Matamoros, recibiendo un certificado por su participación (Figura 7).



Figura 7. Entrega de reconocimientos por parte del Consulado de Estados Unidos en Matamoros. Diciembre 2021. Elaboración propia.

Observaciones

Al terminar el curso se realizó una reunión integrada por los docentes instructores y alumnos que fungieron como asesores en el mismo. Se observaron los siguientes puntos:

- A pesar de pertenecer al mismo grado escolar, los estudiantes no habían interactuado antes del curso por la contingencia del COVID-19. Sin embargo, durante el curso taller desarrollaron la habilidad de trabajar en equipo de manera armónica y cooperativa.
- Los estudiantes se mantuvieron interesados y motivados con la acumulación de *stickers*.
- La gamificación fue una buena estrategia para mantener al grupo motivado.
- 15 de los 16 estudiantes tuvieron el 100% de asistencia y recibieron certificado de participación.

Conclusiones y Perspectivas

En el desarrollo del curso-taller de robótica “Brigada STEM UT: Crear para aprender” los alumnos se mostraron interesados y motivados por la realización de las prácticas, así como en la ejecución del proyecto final de un carro robot evasor de obstáculos. Martín y col. (2016) obtuvieron una repuesta similar utilizando la tecnología Arduino para desarrollar las habilidades STEM, observando que este tipo de actividades mantienen a los estudiantes comprometidos y motivados durante todo el taller.

Tanto los hombres como las mujeres que concluyeron satisfactoriamente el curso, se mantuvieron interesados y comprometidos. En este curso una de las estudiantes no asistió a las últimas dos sesiones por motivos familiares, manifestando su deseo de continuar de haber sido posible. Que las estudiantes tengan oportunidad de participar en un curso de robótica puede generar en ellas el interés por continuar participando en las disciplinas STEM lo cual permitirá que, en un futuro, la brecha de

género sea aún menor en las universidades y los lugares de trabajo (García Dobarganes & Torres-Tirado, 2022).

Si bien, los estudiantes desarrollaron habilidades y competencias que los llevaron a concluir con éxito el curso de robótica, se presentaron desafíos durante el mismo como los son: la falta de experiencia en el manejo de un equipo de cómputo y el nulo conocimiento para la programación, además de factores sociales como la falta de interacción previo al curso debido a la contingencia por el COVID-19.

En estudios previos se han utilizado herramientas como la enseñanza y desarrollo de habilidades computacionales y electrónica en estudiantes de educación primaria (Vidal-Silva et al., 2019), lo que genera en los estudiantes un mayor interés por continuar desarrollando estas destrezas. De esta manera, con la aplicación de este curso de robótica en estudiantes de secundaria, podemos esperar que en los participantes surja también un interés por continuar aprendiendo y desarrollándose en las disciplinas STEM en un futuro. Un curso de Robótica puede contribuir en la resolución de problemas relacionados a la vida diaria (Gökoğlu, 2017).

De acuerdo a Cifuentes y col. (2015), este tipo de actividades incrementa la motivación, autoestima y expectativas de éxito en las matemáticas al fomentar el uso de las TIC y de otros materiales, lo cual se vio reflejado en la actitud positiva de los estudiantes en todo el desarrollo del curso. Implementar este tipo de cursos puede tener grandes beneficios en los estudiantes, sin embargo, de acuerdo a Arslan (2022), el problema radica en la falta de capacidad de las instituciones de proveer el material de software y hardware, además de profesores capacitados, lo que limita el aprendizaje.

Se recomienda iniciar con un curso introductorio a las tecnologías de la información, con énfasis en el manejo y funcionamiento de una computadora portátil para después iniciar con un curso de programación en Arduino ya que esta herramienta ha demostrado dar buenos resultados como introducción a la programación (Rubio et al., 2014).

Referencias bibliográficas

- Arduino. (2021). *What is Arduino?* <https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/whats-arduino>
- Arslan, S. (2022). Primary school teachers' and students' views about robotic coding course. *African Educational Research Journal*, 10(2), 178–189. <https://doi.org/10.30918/AERJ.102.22.018>
- Bello, A. (2020, May). Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe. *ONU MUJERES*.
- Bello, A., Blowers, T., Schneegans, S., & Straza, T. (2021). To be smart, the digital revolution will need to be inclusive. *UNESCO Science Report: The Race against Time for Smarter Development*. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>
- Britannica. (2023). *STEM education*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/STEM-education/STEM-education>
- Cifuentes Guerrero, A. P., & Caplan, M. (2015). STEM en la escuela rural: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la práctica de la robótica. In *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. : Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTAG). <http://icarnegie.com/about-us/introducing-icarnegie-global-learning/>
- CONACYT. (2021). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024*.
- García Dobarganes, P. C., & Torres-Tirado, F. M. (2022). *¿Dónde están las científicas? Brechas de género en carreras de STEM*.
- Hernández Herrera, C. A. (2021). Las mujeres STEM y sus apreciaciones sobre su transitar por la carrera universitaria. *Nova Scientia*, 13(27). <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2753>
- IMCO. (2022). *Índice de competitividad estatal 2022*.
- IMCO. (2023). *Anexo-Mujeres-en-STEM_2023*.
- INEGI. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos
- INEGI. (2022). *Tendencias del Empleo Profesional Cuarto trimestre 2022*. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), Población de 15 Años y Más de Edad. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>
- International Labour Organization. (2019). The future of work: Trade unions in transformation. *International Journal of Labour Research*, 9.
- Martín, J. L., Martínez, P., Fernández, G. M., & Bravo, C. (2016). *Analizando el desarrollo de las habilidades STEM a través de un proyecto ABP con arduino y su relación con el rendimiento académico*.
- Naciones Unidas. (2023). *La educación debe preparar a los jóvenes para contribuir al futuro de forma eficaz*. <https://news.un.org/es/story/2023/04/1520037>
- National Science Board. (2019). *Science and Engineering Labor Force*.
- National Science Board. (2021a). *Elementary and Secondary STEM Education*.
- National Science Board. (2021b). *The STEM Labor Force of Today: Scientists, Engineers, and Skilled Technical Workers*. SCIENCE & ENGINEERING INDICATORS.

- OECD. (2018). *SKILLS for Jobs Mexico country note (Getting Skills Right)*. OECD.
<https://doi.org/10.1787/9789264277878-en>
- OECD. (2019). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2018 - Resultados*.
- RAE. (2021). *Ludificación*. Diccionario de La Lengua Española. <https://dle.rae.es/ludificar>
- Rojas Montemayor, G., Segura Guzmán, L., Marín, M. G., Caballero, C. V., Andrade-Guevara, J. C., Archundia González, J., Prohibida, D. G., & Venta, S. (2019). *VISIÓN STEM PARA MÉXICO: Vol. I* (M. Gras Marín, Ed.; I).
- Rubio, M. Á., Mañoso, C., Romero, R., Ángel, Z., & De Madrid, P. (2014). *Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación*. http://wdb.ugr.es/~marubio/?page_id=481
- Secretaría de Desarrollo Económico. (2022). *SECTORES ECONÓMICOS*. Gobierno Del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrolloeconomico/sectores-estrategicos/>
- Secretaría de Economía. (2022, August 24). *La Secretaría de Economía presenta la Iniciativa Modo STEM Mx*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/se/prensa/la-secretaria-de-economia-presenta-la-iniciativa-modo-stem-mx?idiom=es>
- Sigalingging, R., Nababan, H., Putra, A., & Nababan, M. (2023). *Enhancing Learning Motivation in Elementary Schools: The Impact and Role of Rewards*. 12(1), 1–13.
<https://journals.ristek.or.id/index.php/jiph/index>
- Solís Hernández, U. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino para los cursos de física en Bachillerato I. INTRODUCCIÓN. *Am. J. Phys. Educ*, 12(4). <http://www.lajpe.org>
- Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C. L., Sánchez-Ortiz, A., & Pereira, F. (2021). Experiences and benefits of using Arduino in a first-year programming course. *Formacion Universitaria*, 14(6), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000600087>
- UNESCO. (2019a). *Descifrar el código la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. UNESCO.
- UNESCO. (2019b). *WOMEN IN SCIENCE THE GENDER GAP IN SCIENCE*. <http://uis.unesco.org>
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- United Nations. (2022). *Transforming Education: An urgent political imperative for our collective future*. Transforming Education: Summit 2022.
- Vidal-Silva, C., Serrano-Malebran, J., & Pereira, F. (2019, November). Scratch and Arduino for Effectively Developing Programming and Computing-Electronic Competences in Primary School Children. 38th International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC 2019, 1–7.
- Wajcman, J., Young, E., & Fitzmaurice, A. (2020). THE DIGITAL REVOLUTION: Implications for Gender Equality and Women’s Rights 25 Years after Beijing. *UN Women*.
- World Economic Forum. (2016, January 14). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION.
<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>