

Castillejos-Moguel, F. & Muñoz-Chavez, V. A. (2025). Intervención STEAM en el aula mediante dispositivos controlados con programación. En Jiménez-Guzmán, B. E. & Cruz-Loyo, M. (Coords). Metodologías activas aplicadas en los diferentes niveles educativos de México. (pp. 133-155). Editorial Sinergy.

Capítulo 5

Intervención STEAM en el aula mediante dispositivos controlados con programación

STEAM intervention in the classroom using programmed-controlled devices

Fátima Castillejos-Moguel

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 123



0009-0009-9270-6011 | fatima.castillejos@cbtis123.edu.mx

Victor Alfonso Muñoz-Chavez

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 123



0009-0004-9544-556X | victoralfonso.munoz@cbtis123.edu.mx

Resumen

Introducción: El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en la educación, es un modelo pedagógico que propone un aprendizaje activo, a través de actividades interdisciplinarias, en el cual, la escucha pasiva queda a un lado. Puede ser abordado mediante distintos procesos, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que se caracteriza por tener una perspectiva de investigación-acción, activando la cognición, así como sus actitudes y habilidades en el que se integren conocimientos de diferentes disciplinas y de forma colaborativa, que dan sentido a los aprendizajes.

Objetivo: Debido a la importancia de vincular las habilidades docentes y el enfoque STEAM durante el proceso educativo, el presente estudio analiza, desde una perspectiva didáctica, la metodología de ABP y la programación de Arduino, como estrategia para la formación integral de estudiantes de Educación Media Superior (EMS).

Metodología: Se trabajó con 32 alumnos adscritos al CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO industrial y de servicios No. 123, de la especialidad de Electromecánica. El proceso de enseñanza-aprendizaje se dividió en tres etapas: 1) El planteamiento del proyecto; 2) El diseño y elaboración del Dispositivo Controlado con Programación; y 3) El diseño experimental empleando el dispositivo para reconocer los factores ambientales que limitan el desarrollo de organismos.

Conclusión: La presente intervención con enfoque STEAM, vincula los aprendizajes de las ciencias experimentales con la tecnología y las matemáticas a través de la interpretación biológica de un número, sobre cómo los factores abióticos determinan la distribución y por ende la abundancia de organismos, y que por ende estos van a determinar las actividades económicas en la región. La intervención áulica puede ajustarse para alcanzar los aprendizajes de trayectoria para que los estudiantes se formen de manera integral.

Palabras clave: aprendizaje activo, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Arduino, Dispositivos Programables, Educación STEAM, Intervención Áulica.

Abstract

Introduction: STEAM education (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) proposes active learning through interdisciplinary activities, moving away from passive listening. It can be approached through various methodologies, such as

Project-Based Learning (PBL), where a research-action process is carried out, mobilizing knowledge, skills, and attitudes in an interdisciplinary and collaborative manner that gives meaning to learning. Objective: Considering the importance of linking teaching skills and the STEAM approach during the educational process, this study aims to analyze from a didactic perspective the PBL methodology and Arduino programming as a strategy for training students in Upper Secondary Education (EMS). Methodology: The study involved 32 students enrolled at the No. 123 Technological Industrial and Services High School, specializing in Electromechanics. The teaching-learning process was divided into three stages: 1) Project proposal; 2) Design and development of the program-controlled device; and 3) Experimental design using the device to identify environmental factors that limit the growth of organisms. Conclusion: This STEAM-focused intervention allows for the integration of learning from experimental sciences, technology, and mathematics through the biological interpretation of a number, regarding how environmental factors limit the distribution and abundance of organisms, which in turn determines the economic activity of their region. This classroom intervention can be adjusted to achieve trajectory learning so that students are formed in a comprehensive manner.

Key Words: active learning, Arduino, Programmable devices, Classroom intervention, Project-Based Learning (PBL), STEAM Education.

Introducción

La intervención educativa, son diversas actividades integrales y articuladas que, desde el contexto escolar y en colaboración con diversos agentes educativos, buscan potenciar al máximo las capacidades del alumnado, promoviendo su formación integral. Atendiendo a sus necesidades, ritmos, intereses, competencias y rendimiento. Sin dejar a un lado, los diversos estilos de aprendizaje y fomentando altas expectativas, lo que demanda una transformación general, desde las diferentes acciones a realizar, donde la organización podría ir adaptándose en el proceso, e implementar actividades innovadoras, creativas, activas y participativas. Para ello, es fundamental adoptar metodologías innovadoras, inclusivas y participativas que respeten la diversidad y fomenten el aprendizaje autónomo, creativo y significativo (Ruiz & Perales, 2016).

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología activa, en la que los alumnos son los protagonistas de su aprendizaje durante todo el proceso, al investigar, crear, aprender, aplicar lo aprendido en una situación real, compartir experiencias y analizar resultados. Son los encargados de elegir la problemática que desean abordar y trabajar de forma colaborativa, para afrontar el desafío y resolverlo. Un desafío atractivo e inspirador permite que el alumno comprenda y aprenda, debido a la necesidad de adquirir nuevos conocimientos que dan como resultado la resolución de la problemática de interés. El papel de los docentes es asesorar, orientar, motivar, y proporcionar un marco de referencia teórico, las herramientas y recursos que guíen, y que integren las sesiones teóricas y las prácticas. Son los responsables de coordinar los procesos, donde favorecen que el alumno aprenda por sí mismo, mediante la retroalimentación como componente trascendental (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2020).

Los resultados académicos mejoran significativamente mediante el enfoque STEAM, ya que hace posible combinar conocimientos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, lo que hace más atractivo, innovador y motivador el proceso de enseñanza-aprendizaje. Resulta pertinente para diseñar proyectos interdisciplinarios y atender problemas en su contexto que demanden de conocimientos relacionados con cada una de estas disciplinas para su solución (Santillán et al., 2020; SEP, 2022).

La esencia de STEAM, al igual que las metodologías de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), es que el estudiantado aprenda participando en la determinación, indagación, atención o solución de problemas, incluso si esto requiere crear un instrumento tecnológico. Cabe destacar que el enfoque STEAM, permite que el estudiante se desenvuelva de una forma parecida como lo realizan los científicos, matemáticos o ingenieros, ya que el alumno desarrolla las estrategias necesarias y habilidades adecuadas para trabajar en equipo, donde puede experimentar la construcción del conocimiento y la innovación (SEP, 2022).

El Aprendizaje Basado en Problemas, desde el enfoque STEAM con Arduino se usa de manera regular a nivel licenciatura y con menor regularidad en educación básica. Respecto al nivel media superior, se considera que es posible la implementación, por la facilidad de aprendizaje y lo económico (Solis, 2018).

Arduino, es una plataforma de hardware y software libres fáciles de usar, que ha permitido aplicar la electrónica al alcance de todas las personas. Es una herramienta que nos ayuda a entender cómo funcionan las cosas en el mundo digital, pueden leer entradas y convertirlas en una salida, para ello, utiliza el lenguaje de programación Arduino y el software Arduino, basado en Processing (Arduino,2025).

Considerando la importancia de vincular las habilidades docentes y el enfoque STEAM durante el proceso educativo, el presente estudio tiene como objetivo analizar desde una perspectiva didáctica, la metodología de ABP y la programación de Arduino, como estrategia para la formación en estudiantes de Educación Media Superior (EMS). En este trabajo se describe el planteamiento del proyecto con la Problematicación de una situación formativa, incorporando la tecnología emergente a través del ABP, desde el diseño hasta la implantación del Dispositivo Controlado con Programación y se concluye con la evaluación y reflexión sobre la efectividad de la intervención en el Aula.

Metodología

En el presente trabajo se puede identificar el uso de una metodología cualitativa de investigación-acción con un enfoque educativo, apoyada en el diseño de intervención didáctica y técnicas de aprendizaje activo, mediante el Aprendizaje Basado en Problemas. Se trabajó con 32 alumnos adscritos al CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO industrial y de servicios No. 123 (CBTis 123), de la especialidad de Electromecánica.

La propuesta se estructuró en tres etapas clave: el planteamiento del proyecto, el diseño y elaboración de un dispositivo controlado con programación utilizando Arduino y sensores, y el diseño experimental con intervención directa en el aula. Esta experiencia integró componentes teóricos y prácticos, promoviendo la indagación, el trabajo colaborativo y la evaluación reflexiva, con el objetivo de consolidar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Ecología a través de la innovación tecnológica y pedagógica.

El planteamiento del proyecto: En esta etapa se realizó la problematización de una situación formativa correspondiente a la asignatura de Ecología. Se incluyó una

descripción general de la situación, la problemática que esta presenta, las posibles mejoras a través del aprendizaje activo y su adecuación a distintos contextos.

El diseño y elaboración del Dispositivo Controlado con Programación:

Durante esta fase se incluyen los puntos a considerar en la planeación de la intervención en el aula, el proceso para diseñar el esquema de conexión de sensores en la plataforma Web Tinkercad, la construcción del dispositivo con la Placa de Arduino y el Sketch o unidad de código, en la cual se integran las librerías necesarias, que se cargan y ejecutan en la placa Arduino.

Arduino, puede realizar diversas tareas, ya que cuenta con un conjunto de funciones, que facilitan acciones como la lectura de datos provenientes de sensores, la activación o desactivación de salidas y la creación de ciclos repetitivos. Para comprender el funcionamiento de estas funciones, es necesario consultar la página oficial de Arduino, ya que esta representa la fuente más confiable para obtener referencias detalladas sobre cada una de ellas y su correcto uso (Arduino, 2025).

Se utilizaron cuatro sensores, el primero fue de temperatura (Ds18b20), el segundo fue un sensor combinado de temperatura y humedad (Dht11), el tercero de humedad de suelo (FC-28) y el cuarto de Intensidad luminosa (BH1750).

Diseño experimental: Esta etapa se considera como la intervención en el aula, en la cual el docente definió los objetivos y los materiales de trabajo, y asumió el rol de facilitador, al proponer preguntas detonadoras para la construcción del conocimiento. Aunado a ello, el docente supervisó el trabajo de los grupos, resolviendo dudas puntuales, de forma individual como por equipo, finalizó con la evaluación de los proyectos desarrollados por cada equipo. Cabe destacar, que esta etapa se estructuró en cuatro momentos:

- **Planteamiento del proyecto:** Se inicio organizando a los estudiantes, en seis equipos, y posteriormente se distribuyeron las responsabilidades, asegurando que cada integrante asumiera funciones específicas.
- **Implementación:** Posteriormente, cada equipo implementó los pasos del método científico, desde la indagación y recopilación de información, hasta el montaje experimental, la toma de datos y su análisis.

- **Presentación:** Se realizó la entrega de la bitácora experimental y se llevó a cabo la presentación del proyecto de cada equipo.
- **Evaluación de los resultados:** Se evaluó la intervención educativa, mediante un enfoque mixto, considerando la heteroevaluación, coevaluación y técnicas de evaluación cualitativa y cuantitativa, centrados en el desarrollo de habilidades cognitivas, el proceso de aprendizaje y resultados obtenidos con el uso del Dispositivo Controlado por Programación.

Cabe destacar, que durante la situación formativa denominada “Cómo fluye la energía de tu ecosistema local”, y bajo el enfoque STEAM, se promovió una reflexión final guiada por cuatro preguntas orientadas a identificar los aprendizajes alcanzados, los desafíos enfrentados y las oportunidades de mejora.

Las preguntas abordaron los momentos más significativos de la experiencia, las estrategias colaborativas que permitieron resolver problemas, y recomendaciones, dirigidas a futuros estudiantes y docentes. Esta retroalimentación permitió recabar información valiosa para el rediseño de futuras implementaciones.

Además, se aplicó un cuestionario estructurado de 10 preguntas con la finalidad de conocer la pertinencia de la intervención educativa desde la percepción de los estudiantes, fortaleciendo así el proceso de mejora continua del proyecto.

Resultados

Planteamiento del Proyecto y Problematicación de una Situación Formativa

En la asignatura de Ecología, que se cursa durante el cuarto semestre del Bachillerato tecnológico, se realizó la Problematicación de una situación formativa, denominada “Cómo fluye la energía de tu ecosistema local”, descrita en la tabla 1.

Tabla 1.

Descripción de la asignatura de Ecología: ubicación curricular como caso de estudio para proponer y documentar mejoras didácticas

<i>Descripción general de la asignatura de Ecología</i>	
Campo disciplinar	Ciencias Experimentales.
Asignatura	Ecología.
Eje	Explica el comportamiento e interacción en los sistemas químicos, biológicos, físicos y ecológicos.
Componente	Estructura, propiedades y función de los elementos de los ecosistemas.
Contenido central	Los factores ambientales del ecosistema en el que vivo. El ecosistema en el que vivo
Contenido específico	Influencia de la temperatura o humedad en un organismo. Factores ambientales influyen en un organismo. Factores bióticos y abióticos (Ley del Mínimo de Liebig y Ley de la tolerancia de Shelford).
Aprendizajes Esperados/Actividad	Identifica los factores ambientales que determinan la actividad económica de su región Estrategias para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales. Explica cómo los factores ambientales limitan la distribución y la abundancia de los organismos.
Reforzamiento	Asesoría a trabajo colaborativo en la planeación y construcción de dispositivos electrónicos. Solución de problemas prácticos de medición de factores abióticos con sensores y ARDUINO.
Nivel educativo	Medio Superior
Subsistema	Bachillerato tecnológico

Fuente: Secretaría de Educación Pública [SEP], (2018).

Se pretende que los alumnos, orientados por el profesor, construyan un pequeño sistema, donde tomen elementos de su entorno para la construcción de un ecosistema en el que representen los factores abióticos que pueden influir en un organismo, pero que esta construcción tenga elementos y aspectos estéticos y artísticos. De esta manera, se busca que los estudiantes comprendan la Ley del mínimo de Liebig y Ley de la tolerancia de Shelford (Montiel, 2003), donde un organismo depende tanto del recurso más limitado (Ley del mínimo de Liebig), así como de mantenerse dentro de un rango adecuado de condiciones ambientales (Ley de la tolerancia de Shelford). A través de esta actividad, los alumnos no solo aplicarán conceptos ecológicos fundamentales, sino que también desarrollarán su creatividad al integrar formas, colores y materiales diversos que reflejen visualmente el equilibrio o desequilibrio ecológico, estimulando así un aprendizaje integral que combina ciencia y arte.

Este sistema permitirá a los estudiantes reconocer cómo los factores ambientales (abióticos) influyen de manera determinante en la dinámica de las poblaciones dentro de un ecosistema. A partir del diseño experimental propuesto, los alumnos realizarán observaciones, mediciones y registros, que serán organizados, graficados y analizados. Para ello, se recurrirá al uso de modelos matemáticos que faciliten la interpretación del comportamiento del sistema. De este modo, se fortalece no solo la comprensión de los principios ecológicos involucrados, sino también el desarrollo de habilidades científicas como la colecta y el análisis de datos, promoviendo una perspectiva multi e interdisciplinaria que integra ciencia, arte y pensamiento crítico.

¿Qué Problema Enfrenta Dicha Situación Formativa?

El comprender las leyes de la naturaleza representa un proceso complejo, el concepto de factores abióticos como factores que limitan la distribución geográfica de las especies naturales, en la mayoría de las ocasiones es un tema difícil de asimilar por los estudiantes, debido a los elementos abstractos que los estudiantes no pueden observar a simple vista. Sin embargo, este tema es fundamental porque articula varios saberes y aprendizajes que engloban diferentes disciplinas, por lo que consideramos que este es de suma importancia.

¿Cómo Podrá Mejorarse esa Situación con Aprendizaje Activo?

Mediante el uso de un repositorio que incluye recursos interactivos, animaciones junto con la construcción de dispositivos electrónicos como apoyo didáctico, se enriquece el tema mediante la interacción entre los alumnos y la tecnología, presentada de forma accesible, atractiva y lúdica. Este enfoque ofrece a los estudiantes la posibilidad de experimentar, explorar, divertirse y aprender al mismo tiempo, lo que favorece una adecuada interpretación de los conceptos y contenidos. Además, impulsa el desarrollo de habilidades científicas al tiempo que fortalece el trabajo colaborativo, ya que los alumnos asumen un rol activo al diseñar, ejecutar, experimentar, manipular y modificar las distintas variables del sistema.

Adecuación a Diferentes Contextos

Cada docente, con el conocimiento y las habilidades adquiridas a lo largo del tiempo y la práctica educativa, en conjunto con el apoyo de las academias de diferentes áreas, podrá diseñar y adecuar las situaciones de aprendizaje acordes con las necesidades,

estilos de aprendizaje y contexto de sus estudiantes considerando su contexto escolar, se deberá considerar el análisis de un ambiente educativo, donde considere las competencias o progresiones según sea el caso, así como la transversalidad. Así mismo, identificará claramente el objeto de aprendizaje e incorporará las nuevas tecnologías para el desarrollo del objeto de aprendizaje, la cual fungirá como elemento motivador así como instrumento didáctico a ser utilizado por los alumnos.

Por ejemplo, para adaptar este enfoque al contexto de cada plantel y promover un ABP con Arduino los estudiantes deberán diseñar y construir, con sensores de humedad, luz, temperatura, pH y/o nutrientes, un pequeño sistema experimental que registre estos factores durante el crecimiento de una planta. A partir de este prototipo podrán:

Identificación del factor limitante: medirán las diferentes variables abióticas y determinarán cuál de ellas restringe el desarrollo según la Ley del Mínimo de Liebig, manipulando intencionalmente la disponibilidad del recurso más escaso, por ejemplo, limitando la humedad del suelo o la intensidad lumínica.

Control y modificación de variables: Programarán el Arduino para registrar datos en tiempo real y ajustarán de forma gradual las condiciones ambientales, analizando cómo cada cambio afecta al sistema.

Contextualización local: El diseño del experimento se ajustará a los recursos disponibles en la escuela, como el tipo de suelo, clima local, materiales de desecho reutilizables, y a los estilos de aprendizaje de cada uno de los alumnos, por ejemplo, asignando roles de “programador”, “técnico de sensores” y “analista de datos”, esto con la finalidad de garantizar y maximizar la participación de cada uno de los alumnos de forma activa y a su vez, el trabajo colaborativo.

Desarrollo de competencias transversales: Además de reforzar conceptos ecológicos y de programación, el proyecto fomentará la comunicación, la resolución de problemas, así como el pensamiento crítico, al exigir la presentación de hipótesis, la interpretación de gráficos y la propuesta de mejoras al prototipo.

Diseño y Elaboración del Dispositivo Controlado con Programación

El plan de trabajo para incorporar la intervención en el aula puede considerar varios aspectos, desde el desarrollo por etapas, el alcance por semestre, la relación con el plan de estudio del bachillerato, el desarrollo de nuevos objetos de aprendizaje e

implementación en el Proyecto de Intervención, el Desarrollo de habilidades y competencias STEAM, los estándares educativos, vincularse con el sector productivo, los recurso humanos y económico para el desarrollo de contenido STEAM, difusión del resultado y las conclusiones alcanzadas en clase como informes, publicaciones, conferencias, así como la retroalimentación, el seguimiento, la evaluación y la mejora de la Intervención en el aula.

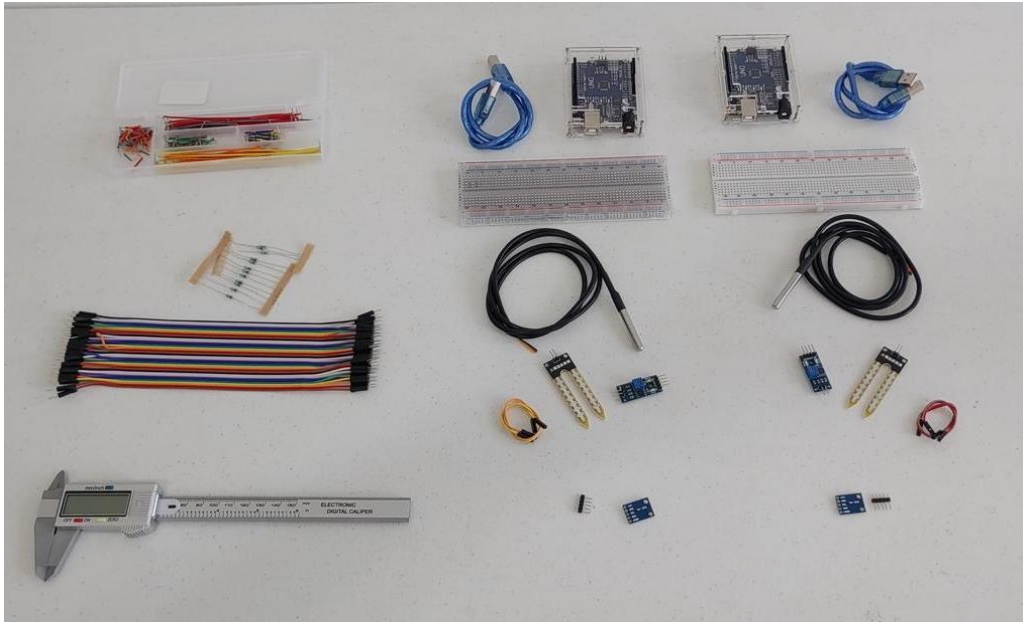
Con el objetivo de tener un incremento significativo en la participación, interacción, colaboración y motivación en el alumno, aunado a una mayor contribución de docentes con experiencias en otras áreas de conocimiento, que a su vez puede permitir la creación de clubes de programación, de ciencia, y otros que fortalezcan el desarrollo académico STEAM.

Para la situación formativa, denominada “Cómo fluye la energía de tu ecosistema local” se determinó realizar una intervención STEAM en el Aula, mediante Dispositivos Controlados con Programación donde se planteó como objetivo particular el comprender cómo los factores abióticos pueden afectar el crecimiento de los organismos vivos, a partir de la experimentación de una hortaliza, sometida a diferentes factores abióticos. El objetivo específico planteado, fue diseñar y construir un prototipo implementando el uso de Arduino y sensores como “Dispositivo Controlado con Programación”.

Para diseñar y construir el dispositivo, se integró un conjunto de sensores capaces de medir diversos parámetros ambientales —temperatura, intensidad de luz y humedad— considerando los factores abióticos que influyen en el crecimiento de la hortaliza u organismo seleccionado. La fabricación de cada dispositivo se realizó en el Laboratorio de Electromecánica del CBTis 123, empleando los siguientes materiales que se muestran en la Figura 1: placa Arduino Uno; sensor de temperatura DS18B20; sensor de temperatura y humedad DHT11; sensor de humedad de suelo (HW-080 o FC-28); sensor de intensidad luminosa BH1750; computadora; resistencias; protoboard; y cables DuPont macho y hembra.

Figura 1.

Material para construir un dispositivo controlado con programación

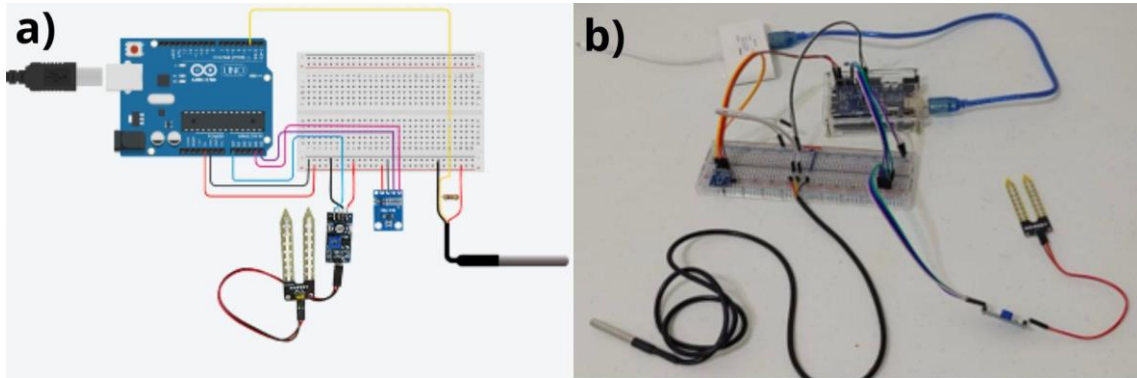


El proceso para desarrollar los dispositivos controlados con programación fue el siguiente:

- I) **Diseño y construcción:** en primer lugar, se elabora el diagrama de conexión de los sensores utilizando la plataforma web Tinkercad, que permite modelar en 3D, simular componentes electrónicos y programar gracias a su simulador integrado de Arduino (<https://www.tinkercad.com>). Tras verificar la funcionalidad del esquema en Tinkercad, se procede a la construcción física del dispositivo y, tal como se muestra en la Figura 2, a su programación para iniciar el registro de datos.

Figura 2.

a) Esquema de conexión de sensores. b) Dispositivo construido a base del esquema de conexión de sensores



De acuerdo con Chiluisa-Chiluisa et al. (2022) esta plataforma puede ser un instrumento importante que facilite el proceso de aprendizaje significativo, o fungir como una aproximación a las prácticas que se realizan en el taller, sobre todo cuando por diferentes circunstancias, no es posible llevarlas a cabo.

II) Programación con Arduino: Cabe destacar, que para iniciar con esta fase del proceso, se debe contar con conocimiento básico de Arduino. Dentro de ellos destaca, que un sketch (programa diseñado para Arduino) sigue una estructura básica conformada de tres secciones:

- Declaraciones variables: ubicada al inicio del sketch, donde son declaradas cada una de las variables a utilizar.
- «void setup()»: Esta sección se encuentra delimitada por llaves, donde una funge la función de apertura y la otra de cierre.
- «void loop()»: Esta sección está delimitada por llaves, donde una funge la función de apertura y la otra de cierre.

La programación de la placa Arduino, debe iniciarse con la descarga de un IDE (Integrated Development Environment). Este entorno permite desarrollar y grabar el código necesario para que la placa Arduino funcione con los sensores seleccionados, ya que posibilita escribir, eliminar, editar

y grabar el programa llamado «sketch», de una manera bastante amigable para el usuario.

Las librerías de Arduino correspondientes a cada sensor deben instalarse previamente y pueden consultarse en el repositorio oficial de Arduino. Aunque este listado no incluye todas las opciones disponibles, es posible utilizar el buscador en línea para localizar las necesarias para programar distintos sensores con Arduino. Para la intervención en el aula, se descargaron cuatro librerías que permiten registrar los factores abióticos de interés, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

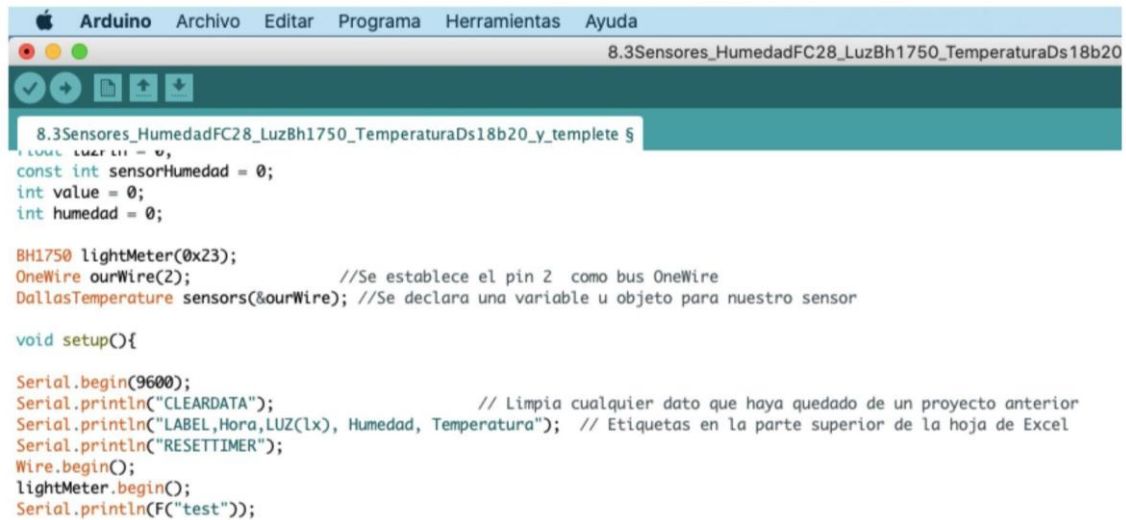
Librerías descargadas de GitHub

Factor abiótico	Sensor	Librería	Disponible en:
Temperatura	Ds18b20:	OneWire	https://github.com/PaulStoffregen/OneWire
		DallasTemperature	https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library
Temperatura y humedad	Dht11	Adafruit	https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library
Intensidad Luminosa	BH1750	BH1750 por Christopher Laws	https://github.com/claws/BH1750

Una vez instaladas e integradas las librerías, se procedió a la lectura de los parámetros seleccionados mediante el uso del sketch que se muestra en la figura 3.

Figura 3.

Sketch o unidad de código que se carga y ejecuta en la placa Arduino



```
Arduino  Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda
8.3Sensores_HumedadFC28_LuzBh1750_TemperaturaDs18b20

8.3Sensores_HumedadFC28_LuzBh1750_TemperaturaDs18b20_y_template $
//Se establece el pin 2 como bus OneWire
const int sensorHumedad = 0;
int value = 0;
int humedad = 0;

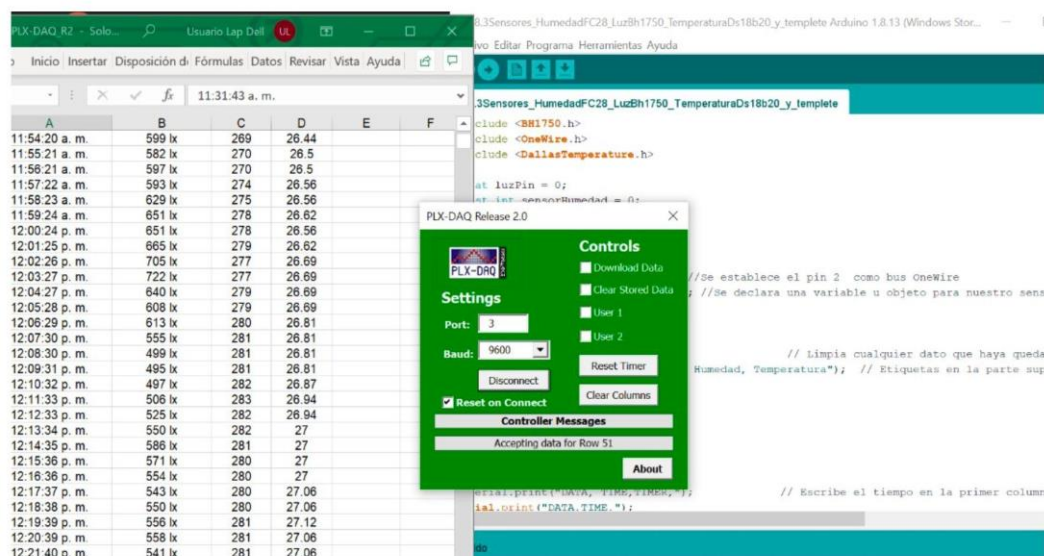
BH1750 lightMeter(0x23);
OneWire ourWire(2); //Se establece el pin 2 como bus OneWire
DallasTemperature sensors(&ourWire); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("CLEARDATA"); // Limpia cualquier dato que haya quedado de un proyecto anterior
  Serial.println("LABEL,Hora,LUZ(Lx), Humedad, Temperatura"); // Etiquetas en la parte superior de la hoja de Excel
  Serial.println("RESETTIMER");
  Wire.begin();
  lightMeter.begin();
  Serial.println(F("test"));
```

El dispositivo controlado con programación permite monitorizar parámetros abióticos como la temperatura, la humedad y la intensidad lumínica en intervalos de tiempo definidos, los cuales pueden ajustarse según los objetivos del proyecto. Los datos obtenidos se exportan desde Arduino a Excel como se muestra en la Figura 4, donde pueden analizarse o almacenarse en una base de datos, para que en un futuro sea procesada. Para este proceso, se debe seleccionar el puerto al que está conectado la placa Arduino, y se recomienda una velocidad de comunicación de 9600 baudios.

Figura 4.

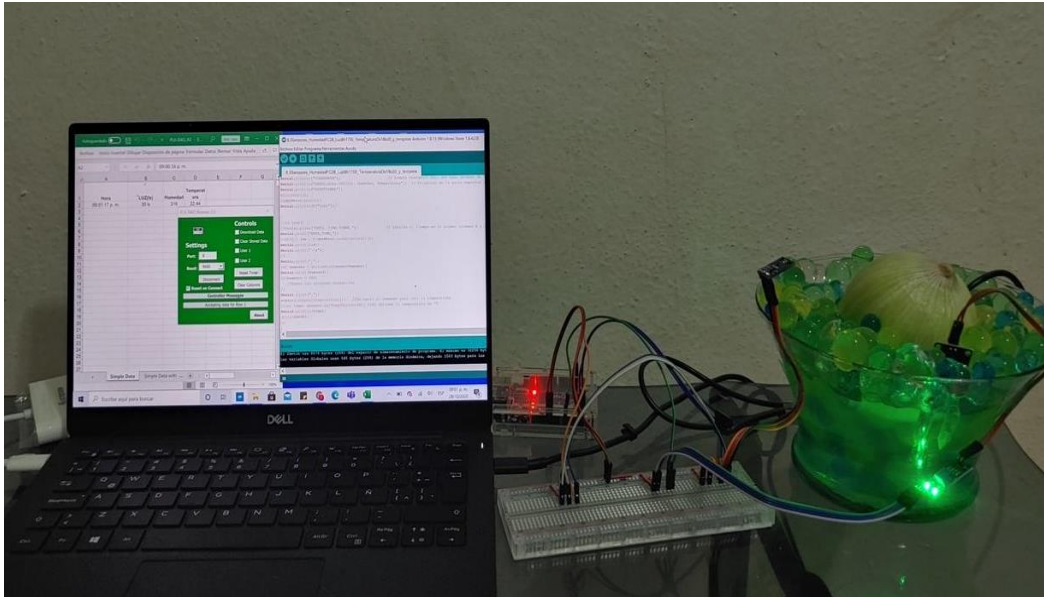
Exportación de datos de Arduino a Excel.



III) Diseño experimental: al implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos en el aula, los estudiantes desarrollaron un aprendizaje activo y significativo por medio de la resolución de problemas reales, donde fue posible integrar conocimientos teóricos con experiencias prácticas. Los alumnos fortalecieron habilidades científicas, pensamiento crítico y cualidades transversales como la colaboración y la comunicación, a través del montaje y la experimentación, como se observa en la Figura 5, la elaboración de bitácoras, y los productos finales como presentaciones y videos. La intervención en el aula, evidenció una participación equitativa, un acompañamiento docente constante y un compromiso genuino por parte de los estudiantes, consolidando el ABP como una táctica exitosa para el aprendizaje interdisciplinario y contextualizado.

Figura 5.

Montaje del experimento con el Dispositivo Controlado con Programación



Después de la intervención STEAM, los estudiantes expresaron que los momentos más significativos del proyecto fue la experiencia al programar los sensores, monitorear el crecimiento de su planta y la convivencia dentro del equipo. Además, destacaron que algunos puntos clave fue la comunicación efectiva y una investigación profunda de los temas abordados, ya que esto les permitió resolver los desafíos que enfrentaron.

Como recomendaciones para futuros estudiantes que emprendan un proyecto similar, se sugiere mantener una buena comunicación y organización, asumir responsabilidades con compromiso, informarse o investigar a fondo sobre el tema de los factores abióticos y los que influyen en el crecimiento del organismo, con el fin de que puedan tomar una buena decisión al seleccionar la planta a trabajar, así como gestionar adecuadamente el tiempo y llevar registros detallados del proceso.

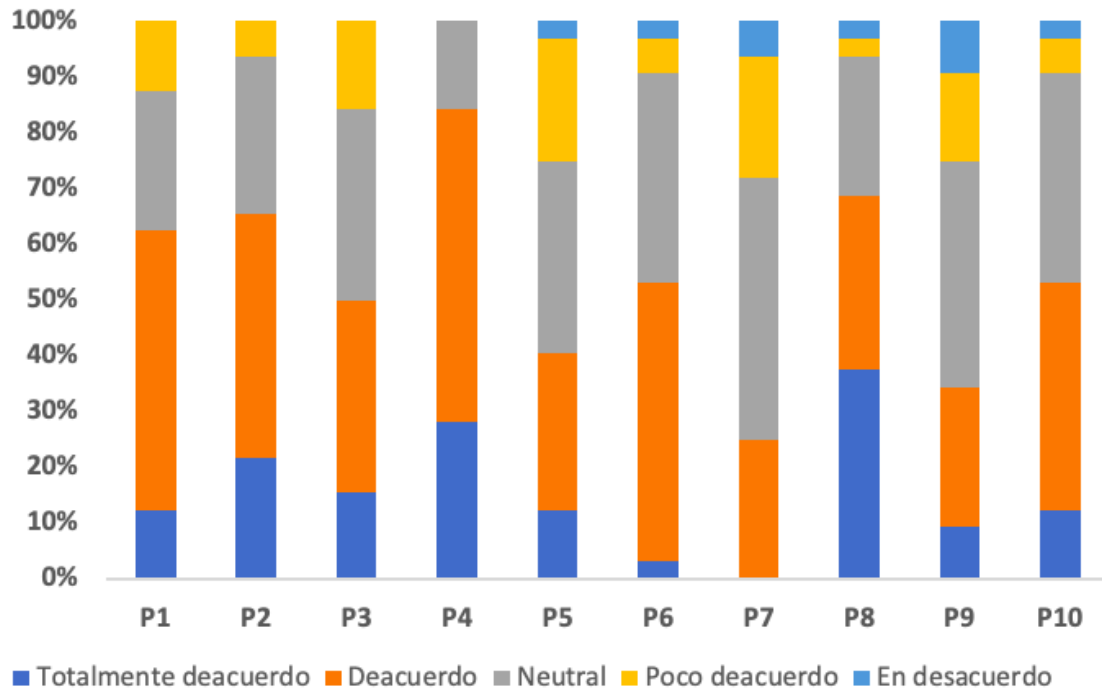
La efectividad de la intervención, como se muestra en la Tabla 3 y la Figura 6, evidenció resultados favorables en relación con el uso de herramientas tecnológicas dentro del proceso educativo. En cuanto a la plataforma Tinkercad, el 50% de los participantes estuvo de acuerdo en que se trata de un software muy sencillo y atractivo, el 43.8% coincidió en que es una herramienta amigable, y el 56.3% afirmó que el uso de la plataforma para realizar simulaciones electrónicas influye de manera positiva al realizar

la conexión de los sensores. Por otro lado, respecto al uso de Arduino, el 28.1% consideró que es una plataforma atractiva y sencilla de usar, y el 50% lo calificó como una herramienta amigable para los usuarios. Finalmente, en lo que respecta a la integración del Dispositivo Controlado por Programación en el tema de los factores abióticos como limitantes en la distribución geográfica de los seres vivos, el 37.5% expresó estar totalmente de acuerdo en que la elaboración y montaje del dispositivo facilitó la identificación y comprensión de cómo los factores ambientales influyen en el crecimiento de las plantas.

Tabla 3.

Efectividad de la intervención STEAM en el aula

Pregunta / Respuesta	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	Poco de acuerdo	En desacuerdo
P1. Consideras que Tinkercad es una plataforma atractiva y sencilla de usar	12.5%	50.0%	25.0%	12.5%	0.0%
P2. Desde tu perspectiva, consideras que Tinkercad es una plataforma amigable.	21.9%	43.8%	28.1%	6.3%	0.0%
P3. Consideras que Tinkercad se encuentra al alcance de todas las personas	15.6%	34.4%	34.4%	15.6%	0.0%
P4. Crees, qué Tinkercad mejora la experiencia en la conexión de sensores	28.1%	56.3%	15.6%	0.0%	0.0%
P5. Crees, que Arduino es un software atractivo y sencillo de usar	12.5%	28.1%	34.4%	21.9%	3.1%
P6. Estás de acuerdo que Arduino es amigable para los usuarios	3.1%	50.0%	37.5%	6.3%	3.1%
P7. Consideras que Arduino está al alcance de todas las personas.	0.0%	25.0%	46.9%	21.9%	6.3%
P8. Desde tu perspectiva consideras que la elaboración y montaje del Dispositivo Controlado por Programación, permitió identificar y comprender como los factores ambientales limitan el crecimiento de una planta	37.5%	31.3%	25.0%	3.1%	3.1%
P9. Te sientes preparado para realizar un proyecto con Arduino	9.4%	25.0%	40.6%	15.6%	9.4%
P10. Crees que Arduino es una plataforma ideal para dar solución a problemas reales	12.5%	40.6%	37.5%	6.3%	3.1%

Figura 6.*Efectividad de la intervención STEAM en el aula*

Discusión

La intervención ABP se ha consolidado como una estrategia educativa que ayuda a los docentes a salir de la enseñanza tradicional y utilizar métodos más efectivos para el desarrollo de habilidades y adquisición de conocimientos, en específico cuando se integra con el enfoque STEAM y se hace uso de herramientas tecnológicas como es Arduino. Esta combinación favorece el aprendizaje activo y significativo en los estudiantes, desarrollando la autonomía y el pensamiento crítico.

En este sentido, Solís (2018) considera que Arduino es una herramienta pedagógica que se alinea de manera adecuada con los principios del ABP, ya que, propicia a los estudiantes a diseñar, desarrollar e implementar sus propios proyectos tecnológicos, por lo que incrementa su compromiso y responsabilidad en el proceso de aprendizaje. Un factor más a su favor es su accesibilidad económica, por lo que posibilita su uso en ambientes educativos con recursos limitados.

La enseñanza con enfoque STEAM y sus aplicaciones con Arduino desarrolla la iniciativa, fortalece la toma de decisiones y propicia el autoaprendizaje, desarrollando habilidades que van más de lo académico y forma a los estudiantes para confrontar problemas de la vida real. Este enfoque práctico responde al principio del proverbio chino citado por Marti et al. (2010): “Dígame y olvido, muéstreme y recuerdo, involúcreme y comprendo.”

Sin embargo, esta metodología también plantea un reto significativo para los docentes. Requiere que ellos mismos innoven sus técnicas de enseñanza, asumiendo nuevos roles como guías y facilitadores del aprendizaje, más allá de ser simples transmisores de información (Solis, 2018). Aun los docentes con más experiencia enfrentan desafíos al mantener la motivación y el compromiso de sus alumnos en este nuevo paradigma educativo (Marti et al., 2010).

Por otro lado, Chiluisa-Chiluisa et al. (2022), menciona que el uso de plataformas como Tinkercad refuerza el aprendizaje digital, permitiendo su simulación antes del armado del circuito para verificar su correcto funcionamiento. Debido a ello reduce costos y errores, así mismo mejora la comprensión a través del aprendizaje por descubrimiento, promoviendo una memoria práctica y efectiva.

El uso de las tecnologías como Arduino ofrecen herramientas poderosas pero no constituyen una solución por sí solas. Su éxito depende de una planificación estratégica que rompa con la enseñanza tradicional y coadyuve a una pedagogía más dinámica y centrada en el estudiante (Chiluisa-Chiluisa et al., 2022).

Finalmente, el ABP dentro del enfoque STEAM fomenta el trabajo colaborativo y la transversalidad, superando la enseñanza memorística y mecánica. La resolución de problemas mediante este tipo de proyectos permite aplicar lo aprendido dentro y fuera del aula, desarrollando así habilidades esenciales del siglo XXI.

Conclusiones

El Aprendizaje Basado en Proyectos y la incorporación de tecnología desde un modelo pedagógico STEAM, apoyado en el uso de tecnologías y dispositivos

programables, se consolida como una estrategia didáctica eficiente para cubrir contenidos complejos como los factores abióticos en la distribución de las especies.

Esta metodología, además de facilitar la comprensión teórica, también fomenta una experiencia educativa activa, colaborativa y significativa. Al integrar componentes científicos, tecnológicos, artísticos y humanísticos, se favorece una visión integral del conocimiento que responde a los desafíos educativos actuales.

Además, estimula las competencias cognitivas, como las habilidades de análisis, solución de conflictos y lógica argumentativa, haciendo del aula un espacio más dinámico, motivador y contextualizado. Finalmente, transformar las prácticas docentes mediante el ABP y el uso intencionado de herramientas digitales, permite enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y adecuarlo para responder a los contextos actuales.

Referencias

- Arduino (2025). *Introduction to Arduino*. Arduino.
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Chiluisa-Chiluisa, M. A., Lucio Ramos, Y. J., & Velásquez Campo, F. R. (2022). *Tinkercad como herramienta estratégica en el proceso de aprendizaje significativo*. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 6(25), 1759–1767. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.451>
- Geek-Factory. (2019). *DS18B20 con Arduino: Sensor de temperatura digital*. Geek Factory. <https://www.geekfactory.mx/tutoriales-arduino/ds18b20-con-arduino-sensor-de-temperatura-digital/>
- Llamas, L. (2015a). *Medir la humedad del suelo con Arduino e higrómetro FC-28*. Luis Llamas: Ingeniería, informática y diseño. <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>
- Llamas, L. (2015b). *Medir temperatura de líquidos y gases con Arduino y DS18B20*. Luis Llamas: Ingeniería, informática y diseño. <https://www.luisllamas.es/temperatura-liquidos-arduino-ds18b20/>

- Marti, J., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernandez, A. (2010). *Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente*. Revista Universidad EAFIT, 46(158), 11–21
- Ortega T. E., Verdugo J.J.P. & Gómez F. CB. (2019). *Docente STEAM*. In *Rizomatrans: Educar para cambiar la mirada. Hacia una cultura avanzada*. (pp.130-133). https://www.researchgate.net/publication/336900141_Docente_STEAM
- Román, A. (2018). *Sensor de temperatura. Proyecto Arduino*. <https://proyectoarduino.com/sensor-de-temperatura/>
- Santillán-Aguirre, J.P., E.M., Jaramillo-Moyano, R.D. Santos-Poveda, V.C. Cadena – Vaca. (2020). *STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. Polo del Conocimiento*. (Edición núm. 48) Vol. 5, No 08, agosto 2020, pp. 467-492, ISSN:2550 – 682X
- Secretaría de Educación Pública. (7 de octubre de 2020). *Metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)*. Secretaria de Educación Publica. Educación. <https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2022/06/Metodologia-ABP-Final.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. 2018. *Programa de Estudios del Componente Básico del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. [https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/BT_Ecologia\(1\).pdf](https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/BT_Ecologia(1).pdf)
- Secretaría de Educación Pública. 2022. *Enfoque STEAM: Apoyo a la apropiación al plan y programa de estudio* https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Lenguajes_Enfoque-STEAM.pdf
- Solís, U. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino para los cursos de física en Bachillerato*. Latin-American Journal of Physics Education, 12(4), 1–7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960479>
- Soto, C.A., Paz, D.J.M., Dominguez, O.P.M., Valdez, O.L.H, Coronado, O.M.A., Oliveros, R.M.A. & Roa, R.R.I. (2024). *Marie Curie Lab STEAM Room: Una experiencia educativa de inmersión*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 21 (1),120101-120117. doi: org/10.25267

- Sotomayor, C., Vaccaro, C., & Téllez, A. (2021). *ABP - Un enfoque pedagógico para potenciar los procesos de aprendizaje hoy*. Santiago de Chile: Fundación Chile. Recuperado el 1 de septiembre de 2024, de <https://fch.cl/wp-content/uploads/2021/10/ABP-un-enfoque-pedagogico-para-potenciar-aprendizajes.pdf>
- Ruiz, A. P., & Perales, R. G. (2016). *Innovación y creatividad para favorecer la intervención educativa del alumnado con altas capacidades*. Revista de Educación Inclusiva, 9(1).