

## Introducción (incluye planteamiento del problema, hipótesis y justificación)

El presente trabajo muestra la implementación de un sistema de monitoreo de la calidad del agua en ajolotarios dedicados a la conservación ex-situ de especies del género *Ambystoma*, en peligro de extinción o bajo protección especial (PROCER, 2018). El sistema cuantifica el valor de los parámetros esenciales para la supervivencia de los ajolotes como lo es el oxígeno disuelto y, si alguno alcanza niveles perjudiciales, notifica a los responsables mediante dispositivos móviles para una respuesta inmediata. Además de incluir un sistema web para el registro que se lleva cada treinta minutos y en caso de una alerta sea aproximadamente al cambio en el ajolotario, almacenamiento histórico de datos y la visualización e interpretación de los datos crudos, ya que esto complementaría y mejoraría la toma de decisiones en un ajolotario.

## Objetivos

Implementar un sistema de gestión de datos que promueve la mejora continua para la conservación y bienestar de la especie *Ambystoma mexicanum*:

- Diseñar un dispositivo de obtención y envío de datos de los parámetros del ajolotario (Arduino MEGA 2560).
- Construir un gabinete impermeable para PCB al que va conectado Arduino.
- Elaborar una aplicación web progresiva.
- Implementar un sistema de alertamiento en caso de detectar parámetros dañinos en el agua para los ajolotes.

## Materiales y métodos

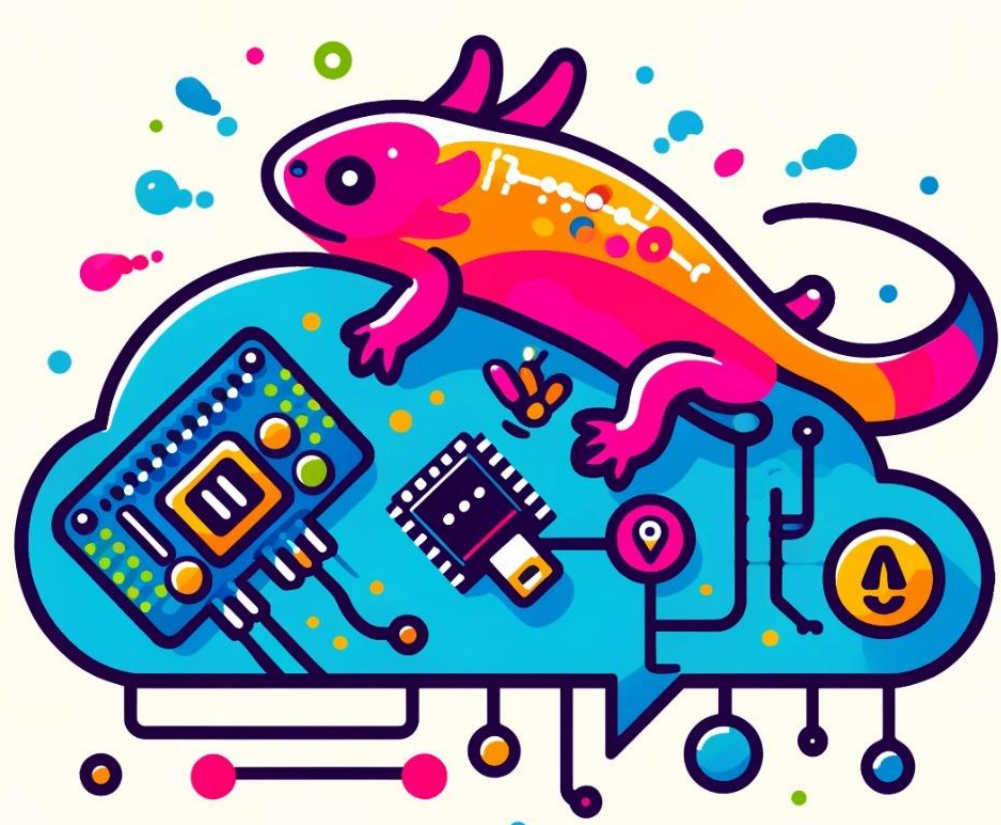
Para el desarrollo del sistema de monitoreo de la calidad del agua en los ecosistemas del ajolote, se empleará una tarjeta Arduino Mega 2560 conectada a varios sensores que miden diferentes parámetros de calidad del agua. Los sensores utilizados son:

- Sensor de pH
- Sensor de Oxígeno Disuelto (mg/L)
- Sensor de Temperatura (°C)
- Sensor de Sólidos Disueltos Totales (TDS, ppm)
- Sensor de Sólidos Suspendidos Totales (TSS, NTU)

La tarjeta Arduino se conectará a un módulo Wi-Fi ESP-01, que permitirá el envío de datos a la nube mediante Azure IoT. Para la arquitectura del sistema, se implementará un modelo de publicador-suscriptor, facilitando la comunicación entre los dispositivos de monitoreo y el servidor en la nube.

En el servidor, se usará un patrón de arquitectura de software de modelo-vista-controlador (MVC), configurado como una API-REST para recibir y procesar los datos. La plataforma de alojamiento y administración de la base de datos será Vercel, donde se desplegará una aplicación web progresiva (PWA). Esta PWA permitirá visualizar los datos de calidad del agua tanto en dispositivos móviles como en equipos de cómputo, además de enviar alertas a través de WhatsApp en caso de detectar variaciones críticas en los parámetros monitoreados.

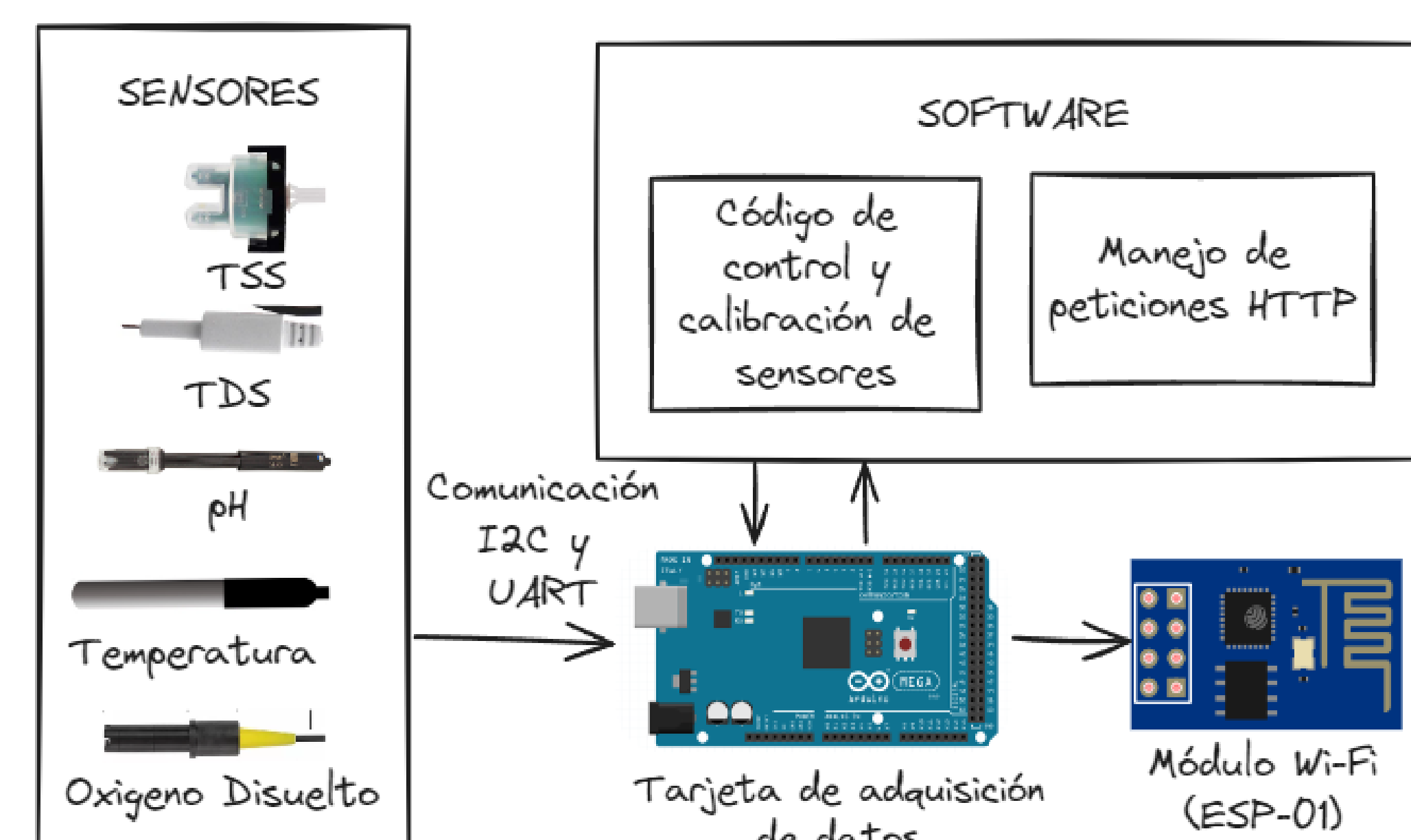
Representación visual del sistema de monitoreo.



## Referencias

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (s/f). Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER). gob.mx. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programa-de-conservacion-de-especies-en-riesgo/>

DISPOSITIVO ELECTRONICO



Tarjeta de adquisición de datos

## Resultados y conclusión

La implementación del sistema de monitoreo de la calidad del agua en el ajolotario Axolocali ha tenido efectos muy positivos sobre la conservación y manejo de los ajolotes en cautiverio. Al permitir la medición precisa de parámetros fisicoquímicos del agua, como el oxígeno disuelto, la temperatura, el pH, los sólidos disueltos y los sólidos suspendidos, el sistema evita la intervención directa en el entorno de los ajolotes, reduciendo así el estrés y el riesgo de alteraciones en su hábitat, lo cual es crucial para esta especie en peligro de extinción.

El registro y almacenamiento continuo de datos en la nube ha facilitado una interpretación más rápida y precisa de las condiciones del agua, lo que permite una toma de decisiones informada por parte de los cuidadores. Esto asegura una respuesta inmediata a cualquier cambio crítico en los parámetros, previniendo condiciones adversas para los ajolotes.

En consecuencia, el sistema ha demostrado ser una herramienta eficaz para la conservación ex-situ de especies del género *Ambystoma*. Dados los resultados exitosos en Axolocali, se proyecta la posibilidad de implementar este sistema en otros ajolotarios del país, contribuyendo a la protección y preservación de esta especie en riesgo a nivel nacional.