

# AULAMAR

## Secuencia Didáctica con sensores

### 1. RESUMEN

Este documento detalla una secuencia didáctica en la que se hace una introducción a la toma de datos utilizando sensores de bajo coste, y en particular de parámetros del agua de mar, con el objetivo de realizar una monitorización de la misma.

La secuencia trata las siguientes temáticas:

- ¿Cuáles son los parámetros de importancia en entornos marinos ?
- ¿Cuál es su impacto en la vida marina ?
- ¿Cómo se miden?
- ¿Qué uso científico tienen?

Esta sesión tiene un enfoque sobre la monitorización del entorno marino (en línea con los objetivos del proyecto AulaMar) y sobre la generación de un ecosistema local de participación científica a varios niveles. Es por ello que no se proponen metodologías experimentales o de resolución de problemáticas locales, sino una aproximación a la monitorización ambiental más genérica.

### NOTAS

Todo el contenido de esta secuencia, así como los materiales y sensores utilizados están publicadas con licencias abiertas, con la idea de que se pueda mejorar y haya contribuciones externas al contenido.

Este taller ha sido diseñado a partir de nuestra experiencia profesional en la creación de herramientas educativas para trabajar con datos medioambientales como el [Smart Citizen Kit](#) y programas educativos para educadores.

## 1.1. Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas:
  - Kit de sensores AulaMar
  - Kit de mezclas: con vasos de plástico o cristal
  - Botellas de laboratorio
  - Agua destilada
  - Guantes
  - Gafas de protección
  - Estadillo o cuaderno de laboratorio
  - Cuaderno de laboratorio para toma de datos
  - Ordenador con conexión a internet
- Materiales
  - Rotuladores con tinta indeleble
  - Bolígrafos

## 1.2. Palabras clave

Medio ambiente; mar; costa; datos; sensores ambientales; electrónica; investigación; método científico;

## 1.3. Conexión con el currículum

- **Competencias clave:**
  - Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEAM).
  - Competencia digital.
  - Competencia personal, social y de aprender a aprender.
  - Competencia ciudadana.
  - Medio ambiente.
- **Asignaturas y saberes:**
  - **Biología y Geología:** Proyecto científico, Seres vivos, Ecología y sostenibilidad, La Tierra en el universo.
  - **Digitalización:** Dispositivos digitales, sistemas operativos y de comunicación, Ciudadanía digital crítica.
  - **Educación en Valores Cívicos y Éticos:** Sociedad, justicia y democracia, Sostenibilidad y ética ambiental.
  - **Física y Química:** Las destrezas científicas básicas, La materia, La energía.
  - **Geografía e Historia:** Retos del mundo actual, Compromiso cívico.
  - **Matemáticas:** Sentido numérico, Sentido de la medida, Sentido espacial, Sentido algebraico, Sentido estocástico, Sentido socioafectivo.
  - **Tecnología:** Proceso de resolución de problemas, Operadores tecnológicos, Pensamiento computacional, automatización y robótica, Tecnología sostenible.



- **Tecnología y Digitalización:** Proceso de resolución de problemas, Comunicación y difusión de ideas, Pensamiento computacional, programación y robótica, Digitalización del entorno personal de aprendizaje, Tecnología sostenible.

#### **1.4. Alcance y temas tratados**

Durante la secuencia, a través de diferentes actividades, se hace una primera aproximación a la utilización de sensores y toma de datos, con el hilo conductor del entorno marino, así como el enlace a cómo estos son determinantes para establecer relaciones causa-efecto en el medio natural. Se muestran diferentes formas de muestreo y tomas de medida y se hace énfasis en los siguientes aspectos:

- Importancia de la seguridad en el proceso
- Importancia de ser metódico y observador
- Entendimiento de los parámetros: pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad
- Mediciones puntuales: toma de muestras vs. medición in situ
- Mediciones en continuo

## 2. ACTIVIDADES

Se comienza por unas actividades para tomar contacto con los sensores, y entender los parámetros físico-químicos en un entorno de laboratorio. Estas actividades tratan de construir un entendimiento global de los parámetros más básicos que gobiernan el agua del mar, y cómo éstas son importantes para establecer indicadores que permitan entender mejor el entorno marino. Empezamos por calibrar los sensores y luego hacemos una actividad en la que se enseña a tomar medidas con ellos. Con esta fase, el objetivo es establecer un marco de referencia para las métricas que mediremos en el mar más adelante, asimilando una escala de valor a sustancias *caseras* de uso común (refresco, lejía, limón, jabón...). Las siguientes actividades se centran en la medición de parámetros físico-químicos en campo. Con el objetivo de conectar con el entorno marino cercano a nivel local: desde el entorno cercano del instituto, hasta la costa de la ciudad en general. En ellas, enseñamos a hacer mediciones cualitativas y cuantitativas de carácter puntual en campo, aunque de forma metódica, bien para su análisis in situ o mediante recogida de muestras. Para ello, utilizamos los sensores que ya conocemos para hacer las medidas de las muestras reales tomadas en campo, y las reflexionamos sobre su posible influencia en el entorno. Finalmente, aprendemos a configurar el sensor para su toma de datos y lo instalamos finalmente para la captura de datos permanente.



### **Actividades propuestas y temporización:**

Debajo se propone una hoja de ruta de actividades desde el punto de vista de Aulamar. Se categorizan las actividades en dos grupos generales, a realizar durante las sesiones dentro del proyecto: actividades en laboratorio y actividades en campo. Finalmente, se propone una una fase posterior de análisis de datos y monitorización de los sensores instalados:

- **Actividades en Laboratorio:**
  - Toma de contacto y calibración 1h (calibración opcional, se puede hacer previamente)
  - Entendiendo las métricas 1h 30'
- **Actividades en Campo:**
  - Entendiendo nuestro entorno 30'
  - Toma de muestras 2h
  - Medición puntual in situ 2h
  - Instalación de los sensores fijos y permanentes
- **Post-Instalación:**
  - Medición en laboratorio
  - Monitorización de los sensores instalados (periódico)
  - Análisis de datos y reflexión

## 2.1. Actividades de laboratorio

### 2.1.1. Toma de contacto y calibración



*Sesión de calibrado de los sensores*

#### *Descripción*

La actividad se centra en usar por primera vez los sensores, ponerlos a punto (calibrarlos), y empezar a tomar datos, aunque no tengan significado ni objetivo definido. En ella se muestran los procedimientos de uso de los sensores, cómo proceder a su mantenimiento, y cómo realizar la limpieza, preparación y calibración de los mismos.

#### *Material necesario*

- Sensores
- Guantes
- Vasos de precipitados
- Soluciones de calibración



- Ordenador
- Instrucciones de uso

### *Objetivo*

Esta actividad tiene como objetivo tener una primera toma de contacto y familiarizarse con el hardware, sus partes e interfaces, además de entender que normalmente necesita ser calibrado previamente para ser usado.

### *Claves*

- Introducir los conceptos de calibración y sensor
- Entender las diferentes partes de los sensores
- Entender las precauciones a tomar con el uso de los sensores

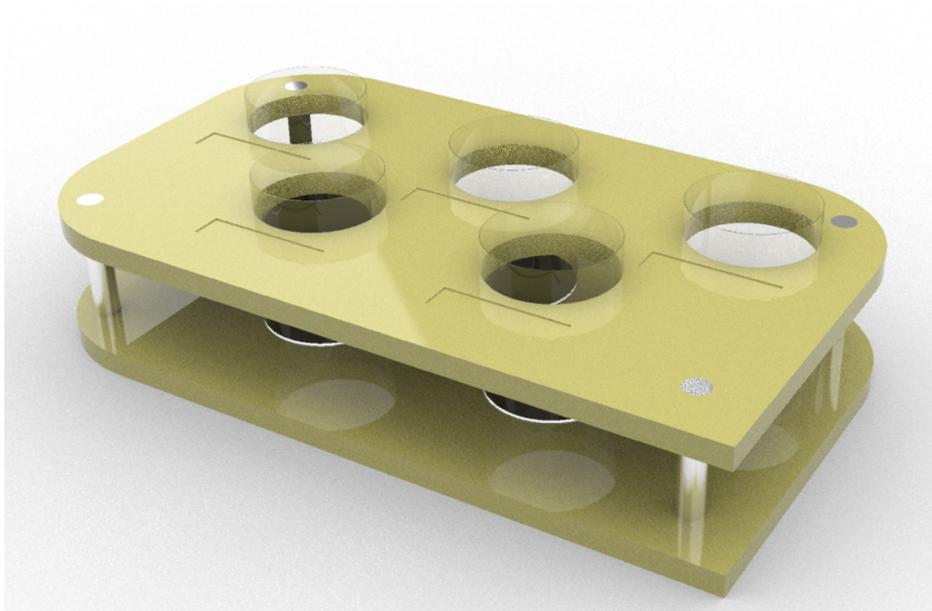
## 2.1.2. Entendiendo las métricas

### *Descripción*

En esta actividad, se introducen una serie de métricas (pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura), que pueden ser indicadores relacionados con muchos parámetros del mar y afectar a la vida en él. Se plantea una actividad donde, usando los sensores, se puedan entender mejor cada una de las variables a un nivel básico, con sustancias comunes y fáciles de encontrar en el día a día.

### *Material necesario*

- Kit de soporte para muestras
- Muestras de diferentes sustancias (ver tabla)
- Vasos de precipitados
- Botellas de laboratorio con agua destilada
- Guantes
- Sensores
- Ordenador
- Protocolo de toma de muestras (adjunto)
- Estadillo o cuaderno de laboratorio (apartado 1)



*Kit de soporte para muestras*



*Sensores Smart Citizen*

Métrica	Sustancias	Observaciones
<b>pH</b>	Vinagre, bebidas carbonatadas, café, lejía (!), amoníaco (!), zumo de limón, detergente	Precaución con ciertas sustancias para evitar irritación o manchar la ropa. Usar guantes, bata de laboratorio y gafas. <a href="#">Ver material adicional</a>
<b>Oxígeno disuelto</b>	Agua común con agitador y a diferentes temperaturas. Bebidas carbonatadas	<a href="#">Ver material adicional</a>
<b>Conductividad</b>	Agua con sal a diferentes temperaturas, agua mineral vs. agua del grifo	La conductividad es indicador de otras métricas: salinidad, sólidos disueltos y gravedad específica. <a href="#">Ver material adjunto</a>
<b>Temperatura</b>	Agua a diferentes temperaturas	<a href="#">Ver material adjunto</a> para ver limitaciones de los sensores

### Objetivo

El objetivo principal es familiarizar al alumnado con las diferentes métricas e introducir los sensores de forma práctica (medir realmente). Además, se trata de crear un marco de referencia para entender dónde situar valores como pH = 9 o D.O. = 30 mg/l y entender cómo se comporta el agua según qué condiciones (por ejemplo, agitación y temperatura).

Presentar la interrelación de ciertos parámetros: i.e. al aumentar la temperatura disminuye el oxígeno disuelto, mientras que la agitación lo aumenta.

### Claves

- Introducir las métricas desde un punto de vista básico y comenzar a relacionarlas con el entorno natural (énfasis en el entorno marino), pero de una forma muy básica. Ver material adjunto para más documentación.
- Introducir conceptos como sensor, y los parámetros de los mismos: rango, precisión, repetibilidad, limitaciones
- Importancia de cuidar el material de laboratorio y la seguridad al usar los sensores

## 2.2. Actividades de campo

### 2.2.1. Entendiendo nuestro entorno

#### *Descripción*

Esta actividad consiste en la visita de un entorno costero real, en las proximidades del instituto/escuela, para una primera toma de contacto con el proceso de toma de datos a través de los datos cualitativos. Con mapas de la ciudad donde podamos ver el entorno seleccionado, realizaremos un mapeo de diferentes observaciones:



*Sesión entendiendo nuestro entorno*

Se proponen las siguientes observaciones/sensaciones a mapear:

#### Observaciones:

- Exceso/escasez de fauna marina
- Exceso/escasez de flora
- Color anormal
- Plásticos y basuras
- Artificialidad del entorno: barcos, industria, ocio, restaurantes, bares
- Masificación turística

Sensaciones:

- Irritación
- Olores
- Ruido
- Temperatura

*Material necesario*

- Varios mapas impresos en formato A2 o A1
- Pegatinas con diferentes observaciones/sensaciones
- Estadillo o cuaderno de laboratorio (apartado 2)

*Objetivo*

El objetivo de este apartado es que el alumnado exprese de forma cualitativa sus percepciones sobre el entorno local y generar una mayor conexión con el entorno. La intención del proceso es poder generar una dinámica que nos permita presentar la necesidad de monitorizar el entorno usando técnicas que van más allá de la simple observación, aunque esta sea un primer paso clave para el entendimiento del entorno. Se espera que a raíz de estas observaciones se generen hipótesis y preguntas relacionadas, a las que buscaremos dar respuesta más adelante.

*Claves*

- Conseguir fomentar una actitud participativa
- Fomentar una relación más directa con el entorno (marino) y cómo lo percibimos
- Construir la necesidad de usar sensores para entender un ecosistema

**2.2.2. Toma de muestras**

*Descripción*

A raíz de la actividad de mapeo, seleccionaremos los puntos dónde realizaremos la toma de muestras. Una vez allí, el alumnado puede rotar en diferentes roles de toma de muestras en campo, participando de forma activa, o documentando el proceso y otras variables adicionales de importancia para el proceso de toma de muestras.

Se recomienda tomar varias muestras, con distintos grupos, para posteriormente estudiar la variabilidad y poder introducir conceptos como dispersión y validación. Si se combina con las actividades de medición in situ (2.2.4) y análisis en laboratorio (2.3.1), se puede entender cómo algunas de las métricas no pueden ser

medidas en laboratorio tras tomar una muestra debido a los procesos que se desarrollan en el transporte de las mismas al laboratorio.

### *Material necesario*

- Material para toma de muestras (botellas o vasos de precipitados)
- Etiquetas y rotuladores de tinta indeleble (!)
- Estadillo
- Según el entorno, guantes, botas u otro material acuático
- Protocolo de toma de muestras (adjunto)

### *Objetivo*

El objetivo es enfatizar en que los datos únicamente serán válidos si la toma de muestras y posterior medición es válida. Cómo tomar muestras sin afectarlas. Distinguir el tipo de proceso para la toma de muestras para cada una de las métricas. Entender que el proceso de medición de toma de muestras en el campo es variable en función de muchos factores espaciales y temporales.

### *Claves*

- La importancia de documentar y observar todas las variables: temperatura, hora del día, día de la semana
- Comenzar a establecer relación con las observaciones realizadas en el apartado 2.1.
- En caso de que la zona elegida para monitorizar presente riesgo para los sensores, esta actividad se hará únicamente junto a la 2.5 y se omitirá la 2.4
- Seguridad y metodología

## **2.2.3. Medición puntual in situ**

### *Descripción*

Esta actividad consiste en la toma de medidas en campo directamente con los sensores. En función de la zona elegida, la toma de muestras de forma segura no siempre es posible y esta actividad puede ser la única forma de obtener lecturas.

### *Material necesario*

- Sensores (con pantalla)
- Cuaderno de notas

- Según el entorno, guantes, botas u otro material acuático
- Guía de métricas (adjunto)

NOTA: esta actividad puede ser compleja si el entorno elegido no es sencillo y puede ser complicada la toma de datos.

### *Objetivo*

El objetivo principal es conseguir establecer una relación entre las observaciones y percepciones de la actividad 2.2.1 con los valores medidos.

Como objetivo secundario, destacar la complejidad de tomar medidas en campo y el potencial interés de usar sensores que permitan medir directamente para evitar tomar muestras que no sean representativas.

### *Claves*

- Establecer relación con la actividad 2.2.1 y reflexionar sobre cómo los sensores nos permiten establecer indicadores que permiten corroborar o refutar nuestra observación o percepción inicial
- Es muy probable que los datos en tiempo real no permitan extraer conclusiones interesantes sobre el entorno, y por ello es importante recalcar la importancia de que los ecosistemas son conjuntos de variables complejos cuyo estudio implica normalmente más esfuerzo que las medidas puntuales

## **2.2.4. Instalación de los sensores fijos y permanentes**

### *Descripción*

Tras las actividades previas, esta actividad trata de poner de manifiesto la necesidad de hacer mediciones en continuo para poder entender un sistema de manera más completa y fiable. Los procedimientos previos, aunque importantes, son incompletos y no nos permiten tener una visión global del sistema y por ello esta actividad consiste en la selección de un punto donde se instalará la estación de forma fija.

Se realiza la instalación y se define cómo se procede a la supervisión de la instalación.

### *Material necesario*

- Material para el montaje de los sensores en estación fija
- Sensores
- Ordenador

*NOTA*

Esta actividad tendrá el soporte técnico de Fab Lab Barcelona y el ICM.

## **2.3. Post-instalación**

### **2.3.1. Medidas en laboratorio**

*Descripción*

Esta actividad consiste en la medición de las muestras tomadas en campo previamente en la actividad de toma de muestras (2.2.2). Se recomienda combinar con la citada actividad para entender la evolución de los parámetros y su representatividad. En función de la zona elegida, esta actividad puede ser la única posible ya que se puede imposibilitar la medición in situ de manera segura.

*Material necesario*

- Kit de soporte para muestras
- Muestras de la actividad 2.3
- Vasos de precipitados
- Botellas de laboratorio con agua destilada
- Guantes
- Sensores
- Ordenador
- Guía de métricas (adjunto)
- Estadillo o cuaderno de laboratorio (apartado )

*Objetivo*

El objetivo es comparar las medidas tomadas in situ con las muestras “en laboratorio” para entender cómo los parámetros pueden evolucionar una vez tomada la muestra. Se puede usar esta actividad para mostrar el problema de la dispersión.

### **2.3.2. Monitorización de los sensores instalados (periódico)**

*Descripción*



Los sensores instalados se pueden monitorizar para ver que todo funciona correctamente. Esta actividad se plantea como opcional, aunque puede ser interesante de cara a dar al proyecto una mayor duración. En ella, se pueden desarrollar herramientas adicionales, por ejemplo:

- Una herramienta escrita en processing para visualizar los datos, o ver si entran nuevos
- Un artefacto programado con arduino que nos diga si el sensor manda datos

*NOTA*

Esta tarea, de manera más formal, tendrá el soporte técnico de Fab Lab Barcelona y del ICM.

## **2.4. Análisis**

### **2.4.1. Análisis de datos**

#### *Descripción*

Tras la recogida de datos de la estación de sensores fija, tendremos una gran cantidad de datos que deberemos filtrar, limpiar con el objetivo de resaltar información útil, para sugerir conclusiones y apoyo en la toma de decisiones.

#### *Material necesario*

- Datos recogidos
- Ordenador

#### *Objetivo*

El objetivo principal es introducir el proceso de análisis de datos y su relación con el método científico. Llevar a cabo un filtrado y una transformación de los datos para obtener conclusiones sobre los mismos. Realizar una representación gráfica de los datos de manera que estas conclusiones puedan ser comunicadas.

#### *Claves*

- La importancia de leer los datos con la variable tiempo
- Filtrar los datos, para ayudar a la obtención de conclusiones
- Metodología

#### *NOTA*

Esta tarea, de manera más formal, tendrá el soporte técnico de Fab Lab Barcelona y del ICM.

### **2.4.2. Reflexión**

#### *Descripción*

Al finalizar un proyecto es el momento perfecto para evaluar las cosas que nos han gustado y las que hubiésemos hecho de manera diferente. Hacer un proceso de reflexión o retrospectiva consiste en generar

un proceso de mejora continua en la forma de trabajo. La clave consiste en reunirse y de forma distendida analizar el desarrollo del proyecto para identificar posibles puntos de mejora.

### *Preguntas sobre las que reflexionar*

Proponemos las siguientes preguntas como estructura para llevar a cabo la sesión de retrospectiva:

- ¿Qué cosas sobre el proyecto nos gustaría seguir haciendo?
- ¿Qué cosas sobre el proyecto nos gustaría hacer más?
- ¿Qué cosas sobre el proyecto deberíamos comenzar a hacer?
- ¿Qué cosas sobre el proyecto hemos hecho y nos gustaría dejar de hacer?
- ¿Qué cosas sobre el proyecto hemos hecho y nos gustaría hacer menos?

### *Objetivo*

Llevar a cabo un proceso de reflexión sobre el desarrollo del proyecto en su conjunto a través de una serie de preguntas que nos permitan identificar los posibles puntos de mejora y posibles focos de conflicto.

### *Claves*

- Hay que transmitir que durante este proceso todo es bienvenido y no hay respuestas erróneas
- Recordar la importancia de mantener el respeto durante la sesión