



CSI AMBIENTAL: EL MISTERIO DE LOS PECES QUE DESAPARECEN



UPR
CAROLINA



RECONOCIMIENTO

Este módulo educativo fue desarrollado con el apoyo de la National Science Foundation (NSF) bajo la propuesta **2434808** "EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation Education at UPR Carolina: Implementing New Resources and Practical Training for Industry 4.0".

Universidad de Puerto Rico - Carolina
Departamento de Tecnologías de Ingeniería

Equipo en Desarrollo

Dr. Narcisa Meza (PI), Prof. Eduardo Cabrera (Co-PI), Dr. Emiliano Quiñones (Co-PI), Sr. José Sánchez.

Diseño Gráfico e Ilustraciones: Estudiante de Artes Gráfica, Syenicha Sánchez Santos de la Universidad de Puerto Rico en Carolina.

Las opiniones expresadas en este material pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de la National Science Foundation.

Contacto:

Teléfono: 257-0000 exts: 4976, 4964

Email: stem.bridges@upr.edu

Departamento de Tecnologías en Ingeniería

Universidad de Puerto Rico en Carolina

CONTENIDO



.....	4
.....	5
.....	6
.....	8
.....	9
.....	10
.....	11
.....	12
.....	13
.....	15
.....	16
.....	17
.....	18
.....	19
.....	20



¿QUÉ VAS A APRENDER?

Al completar este módulo podrás:

- ✓ Explicar qué es el pH y por qué es crítico en la industria.
- ✓ Operar correctamente el equipo profesional Liquiline CM442.
- ✓ Tomar muestras siguiendo protocolos industriales.
- ✓ Analizar datos e identificar problemas de calidad.
- ✓ Comunicar resultados de forma profesional.



CONCEPTOS FUNDAMENTALES

¿QUÉ ES LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA?

La conductividad mide cuánta electricidad puede pasar por el agua. Esto nos dice qué tanto “stuff” invisible está disuelto en ella.

Ejemplos que conoces:



Agua de lluvia pura: Casi no conduce electricidad (muy limpia).



Agua de piscina: Conduce un poco (químicos para mantenerla limpia).



Gatorade: Conduce mucho (electrolitos para hidratar). Conduce mucho (electrolitos para hidratar).



Agua de mar: Conduce muchísimo (sal por todas partes).

Por qué importa para la naturaleza:

- Peces necesitan agua con la conductividad correcta - muy alta o muy baja los mata.
- Plantas acuáticas solo crecen en rangos específicos.
- Anfibios pueden enfermarse con agua contaminada.

LA VIDA ACUÁTICA Y LA CONDUCTIVIDAD

Tipo de Agua	Conductividad	Vida que puede existir
Agua de montaña	50-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Truchas, libélulas
Río saludable	150-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Peces variados, plantas
Agua contaminada	800-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Solo bacterias resistentes
Agua súper salada	>5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Casi nada puede vivir



EL CASO: MISTERIO EN RÍO VERDE

TU NUEVA IDENTIDAD: INVESTIGADOR AMBIENTAL JUNIOR

¡Bienvenido al equipo! Eres parte del Laboratorio de Ciencias Ambientales que investiga problemas ecológicos. Hoy tienes tu primer caso real.

EL PLAN DE INVESTIGACIÓN

Vas a tomar muestras en 5 ubicaciones diferentes a lo largo del río para crear un "mapa de conductividad" que revele dónde está entrando la contaminación.

INFORMACIÓN CLAVE

- Conductividad normal del Río Verde: 150-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (agua saludable)
- Cuando los peces están sanos: Conductividad bajo 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Límite de peligro para vida acuática: Más de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Nuestros sospechosos: 3 empresas que podrían estar contaminando

Mensaje Urgente de la Directora del Lab (7:45 AM)



Necesito tu ayuda con algo serio. Los residentes cerca del Río Verde están reportando algo extraño: durante las últimas 3 semanas, casi todos los peces han desaparecido. Las familias que pescan ahí para alimentarse están preocupadas.

Sospechamos que alguna empresa está descargando contaminantes al río, pero no sabemos quién ni dónde. Tu misión es usar el sensor CLS21E para rastrear la fuente de contaminación siguiendo el río desde diferentes ubicaciones



EL CASO: MISTERIO EN RÍO VERDE

TU NUEVA IDENTIDAD: INVESTIGADOR AMBIENTAL JUNIOR

¡Bienvenido al equipo! Eres parte del Laboratorio de Ciencias Ambientales que investiga problemas ecológicos. Hoy tienes tu primer caso real.

EL PLAN DE INVESTIGACIÓN

Vas a tomar muestras en 5 ubicaciones diferentes a lo largo del río para crear un "mapa de conductividad" que revele dónde está entrando la contaminación.

INFORMACIÓN CLAVE

- Conductividad normal del Río Verde: 150-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (agua saludable)
- Cuando los peces están sanos: Conductividad bajo 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Límite de peligro para vida acuática: Más de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Nuestros sospechosos: 3 empresas que podrían estar contaminando



Los peces son como el detector de humo, cuando ellos desaparecen, es la alarma de que algo malo está pasando en el agua.



LOS SITIOS DE INVESTIGACIÓN

SITIO 1: "Nacimiento del Río"

Ubicación: Montañas, antes de cualquier actividad humana

Esperado: 100-250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (agua súper limpia)

¿Por qué medimos aquí? Para saber cómo está el agua naturalmente.

SITIO 2: "Después de la Fábrica de Textiles"

Ubicación: 500m después de TejiFast Industries

Esperado: 150-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (si no hay contaminación)

Sospecha: Podrían estar descargando tintes y químico

SITIO 3: "Zona Residencial"

Ubicación: Donde viven las familias del pueblo

Esperado: 200-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (un poco más por actividad humana)

¿Por qué medimos aquí? Para ver si la gente está causando

SITIO 4: "Después de la Granja de Pollos"

Ubicación: Río abajo de MegaChicken Farm

Esperado: 180-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (fertilizantes pueden aumentar conductividad)

Sospecha: Desechos de animales contaminando el agua

SITIO 5: "Cerca de la Planta Química"

Ubicación: 200m después de ChemProcessors Inc.

Esperado: 150-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (si cumplen las reglas)

Sospecha: Químicos industriales siendo descargados ilegalmente



TU EQUIPO DE INVESTIGACIÓN: CLS21E

EL DETECTIVE QUÍMICO

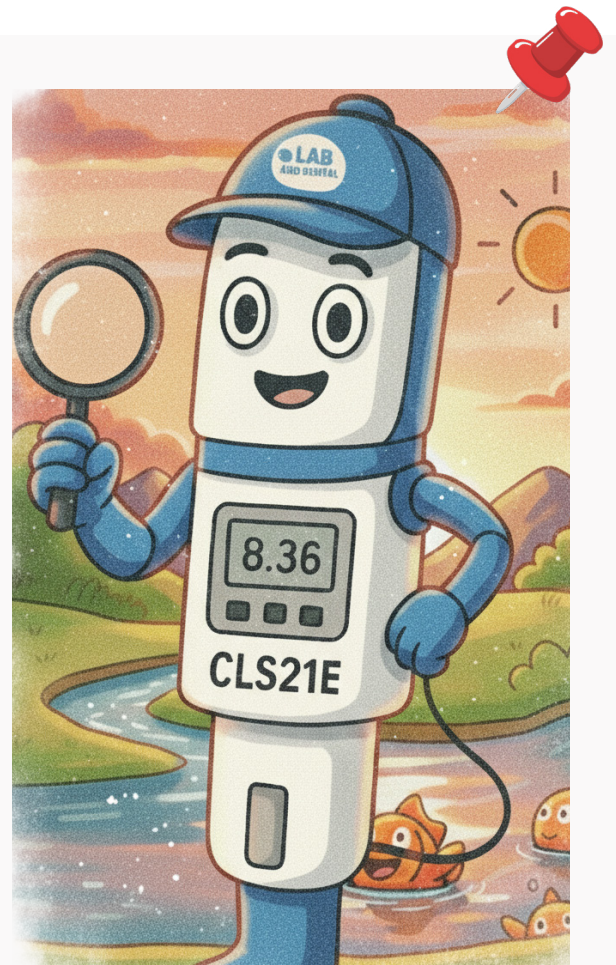
El Memosens CLS21E es como un detective químico que puede “oler” las sales y químicos invisibles en el agua. Los científicos reales usan este mismo equipo para proteger ríos y océanos.

PARTES IMPORTANTES

- **Pantalla CM442:** Tu “cerebro” que muestra los números
- **Sensor CLS21E:** Tu “nariz química” que huele la contaminación
- **Tecnología Memosens:** Envía información sin cables (súper cool)
- **Controles:** Botones para navegar como un videojuego

SUPERPODERES DEL CLS21E

- **Súper sensible:** Detecta contaminación invisible al ojo humano
- **Súper rápido:** Te da resultados en segundos
- **Súper preciso:** Confiable para tomar decisiones importantes
- **Súper resistente:** Funciona en ríos, lagos, hasta en agua sucia.



EL DETECTIVE QUÍMICO

CLS21E



PROTOCOLO DE CAMPO

EQUIPO DE PROTECCIÓN

- Botas de agua (para entrar al río sin mojarte)
- Guantes de nitrilo (no tocar muestras directamente)
- Gafas de seguridad (proteger tus ojos)
- chaleco reflectivo (para que te vean si hay tráfico)

REGLAS DE SEGURIDAD

- NUNCA entres solo al agua
- Mantén el equipo seco cuando no lo uses
- Lava las manos después de tocar muestras
- Anota TODO inmediatamente
- Reporta cualquier cosa extraña que veas



PROTOCOLO DE MUESTREO CIENTÍFICO

PASO 1: PREPARACIÓN EN CADA SITIO

- Verificar ubicación exacta con GPS/mapa
- Observar y anotar condiciones del agua (color, olor, espuma)
- Tomar foto del sitio para evidencia
- Verificar que sensor esté limpio

PASO 2: RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Para CADA sitio, hacer EXACTAMENTE esto:

2a. Obtener muestra de agua:

- Usar recipiente limpio
- Tomar agua de la corriente principal (no de orillas estancadas)
- Llenar recipiente hasta 3/4 partes
- Etiquetar inmediatamente con número de sitio

2b. Medir conductividad:

- Insertar sensor CLS21E en la muestra
- Esperar a que números se estabilicen (dejen de cambiar)
- Leer valor en $\mu\text{S}/\text{cm}$ en pantalla CM442
- ¡IMPORTANTE! No tocar el fondo del recipiente con el sensor

2c. Documentar:

- Anotar conductividad medida Anotar hora exacta
- Anotar observaciones visuales (¿agua turbia? ¿mal olor?)

2d. Limpiar equipo:

- Enjuagar sensor con agua destilada
- Secar con papel toalla sin frotar fuerte
- Preparar para siguiente sitio

PASO 3: ANÁLISIS DE PATRONES



INVESTIGACIÓN DE CAMPO

INFORMACIÓN DEL CASO

Campo	Tu Información
Fecha	
Hora de Inicio	
Nombre del Equipo	
Instructor:	
Problema reportado:	Desaparición masiva de peces en Río Verde.

REGISTRO DE MEDICIONES

Sitio	Proceso	Hora	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	¿Saludable para peces? (<500 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	Observaciones Visuales
1	Nacimiento del Río			SÍ ALERTA PELIGRO	
2	Post-Fábrica Textiles			SÍ ALERTA PELIGRO	
3	Zona Residencial			SÍ ALERTA PELIGRO	
4	Post-Granja Pollos			SÍ ALERTA PELIGRO	
5	Post-Planta Química			SÍ ALERTA PELIGRO	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
 SÍ (Verde): 150-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ = Agua saludable para vida acuática
 ALERTA (Amarillo): 501-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ = Estrés para los peces
 PELIGRO (Rojo): >800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ = Letal para la mayoría de vida acuática



ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN

1. DETECTAR EL PATRÓN DE CONTAMINACIÓN

Encuentra el "salto" más grande en conductividad:

Sitio con mayor aumento desde el anterior:

Sitio: subió de $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $\mu\text{S}/\text{cm}$

Aumento: $\mu\text{S}/\text{cm}$

2. IDENTIFICAR LA FUENTE PROBABLE

¿Dónde está ocurriendo la contaminación principal?

Compara los aumentos entre sitios:

Del Sitio 1 al 2: $\mu\text{S}/\text{cm}$ de aumento

Del Sitio 2 al 3: $\mu\text{S}/\text{cm}$ de aumento

Del Sitio 3 al 4: $\mu\text{S}/\text{cm}$ de aumento

Del Sitio 4 al 5: $\mu\text{S}/\text{cm}$ de aumento

El salto más grande indica dónde entra la contaminación

3. EVALUAR IMPACTO EN VIDA ACUÁTICA

¿Cuántos sitios están en zona de peligro para los peces?

0 sitios ($>800 \mu\text{S}/\text{cm}$)

1 sitio ($>800 \mu\text{S}/\text{cm}$)

2 sitios ($>800 \mu\text{S}/\text{cm}$)

3 o más sitios ($>800 \mu\text{S}/\text{cm}$)

4. CONEXIÓN CON LA DESAPARICIÓN DE PECES

Pregunta científica:

¿Los datos explican por qué desaparecieron los peces?



Tu hipótesis basada en evidencia:

Pregunta de investigación: ¿Qué empresa es probablemente responsable?

TejiFast Industries (Fábrica de Textiles)

MegaChicken Farm (Granja de Pollos)

ChemProcessors Inc. (Planta Química)

Zona Residencial (Aguas residuales domésticas)

Justifica tu respuesta con los datos:



REPORTE CIENTÍFICO FINAL

LABORATORIO DE CIENCIAS AMBIENTALES REPORTE DE INVESTIGACIÓN

CASO: Desaparición de peces en Río Verde

INVESTIGADOR:

FECHA:

MÉTODO: Análisis de conductividad con Memosens CLS21E

RESUMEN EJECUTIVO: Se investigó la desaparición masiva de peces en Río Verde mediante análisis de conductividad eléctrica en 5 puntos estratégicos del río. Se usó sensor calibrado CLS21E para identificar fuentes de contaminación.

HALLAZGO PRINCIPAL:

Sitio con mayor contaminación:

Sitio: **registró** $\mu\text{S}/\text{cm}$ (veces el límite saludable)

Fuente probable identificada:

IMPACTO EN VIDA ACUÁTICA

Análisis de habitabilidad para peces:

Sitios saludables (<500 $\mu\text{S}/\text{cm}$): de 5

Sitios en estrés (500-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$): de 5

Sitios letales (>800 $\mu\text{S}/\text{cm}$): de 5

CONCLUSIÓN CIENTÍFICA

¿Los datos explican la desaparición de peces?

SÍ - La alta conductividad es letal para la vida acuática

PARCIALMENTE - Hay estrés pero no es completamente letal

NO - La conductividad está en rangos normales



RECOMENDACIONES DE ACCIÓN

Para las autoridades ambientales:

- Inspeccionar inmediatamente la empresa sospechosa
- Requerir tratamiento de descargas antes de llegar al río
- Monitorear continuamente la calidad del agua
- Implementar multas por contaminación

Para comunidad:

- Evitar pescar en las zonas contaminadas identificadas
- Reportar cualquier descarga sospechosa al río
- Apoyar esfuerzos de restauración del ecosistema

Nombre del investigador:

Fecha:



LO QUE APRENDISTE COMO CIENTÍFICO

POR QUÉ LA CONDUCTIVIDAD ES CLAVE PARA LA VIDA

La conductividad te dice qué tanto “stuff” invisible hay disuelto en el agua. Los peces y otras criaturas acuáticas evolucionaron para vivir en agua con cierta cantidad de minerales. Cuando esa cantidad cambia drásticamente, sus cuerpos no pueden manejarlo.

EL PODER DE LA CIENCIA PARA PROTEGER LA NATURALEZA

Con un solo instrumento (CLS21E) puedes:

- Detectar contaminación invisible
- Identificar fuentes de problemas ambientales
- Proteger ecosistemas completos
- Ayudar a comunidades que dependen del río

APLICACIONES REALES DEL CLS21E

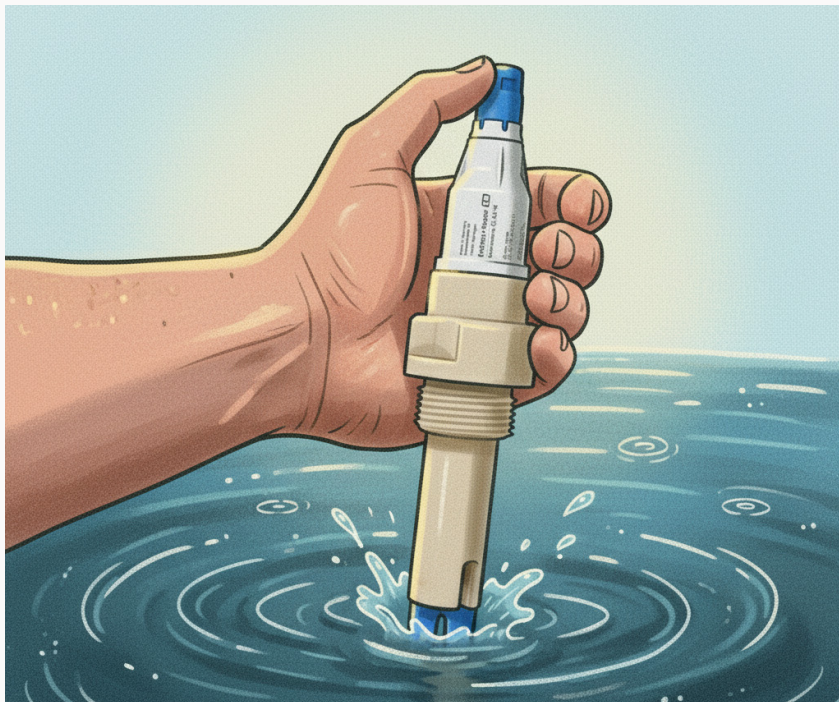
APLICACIONES AMBIENTALES: Los científicos y técnicos ambientales usan este sensor para:

- Monitoreo de ríos y lagos
- Investigación de contaminación industrial
- Estudios de impacto ambiental
- Protección de especies en peligro
- Restauración de ecosistemas



VIDEO EXPLICATIVO

El video explica de forma sencilla el principio de la medición de conductividad eléctrica, detallando que los líquidos conducen electricidad gracias a los iones disueltos (partículas cargadas). Aprenderás los dos métodos principales para medir esta conductividad: el método conductivo (ideal para líquidos puros, usando electrodos) y el método inductivo (que usa campos magnéticos sin contacto, perfecto para líquidos sucios), además de la importancia de la compensación de temperatura y cómo esta medición es clave en industrias como el tratamiento de agua y la producción de alimentos.



OPORTUNIDADES DE CARRERA EN INSTRUMENTACIÓN

Técnicos e ingenieros que dominan esta tecnología trabajan en:

- Técnico de Instrumentación Industrial
- Ingeniero de Procesos
- Especialista en Calidad de Agua
- Especialista en Automatización
- Ingeniero Ambiental

La instrumentación digital es el futuro de la industria. Cada planta moderna necesita técnicos capacitados que sepan usar, calibrar y mantener sensores como el CLS21E. Esta es una habilidad altamente demandada en Puerto Rico y el mundo.

Conceptos científicos dominados

- Conductividad eléctrica como indicador de calidad de agua
- Instrumentación científica profesional
- Métodos de muestreo sistemático
- Análisis de datos para identificar patrones
- Comunicación científica efectiva

¡FELICIDADES, CIENTÍFICO AMBIENTAL!



Has completado tu primera investigación real usando tecnología que los profesionales usan para proteger nuestros ríos y océanos, y en los procesos industriales. Las habilidades que desarrollaste son las mismas que necesitan los profesionales que trabajan para conservar la naturaleza, proteger la salud de las comunidades y cumplir con los estándares de calidad de los productos.

La próxima vez que veas un río, recordarás que hay todo un mundo invisible de química que determina qué vida puede existir ahí. Y ahora sabes cómo investigarlo.



AUTOEVALUACIÓN

Califica tu nivel de dominio (1: no entendí a 5: lo domino)

Tu experiencia como Investigador Ambiental

COMPETENCIA	1	2	3	4	5
Entiendo qué es la conductividad eléctrica					
Sé usar el sensor Memosens CLS21E					
Puedo tomar muestras de campo correctamente					
Puedo analizar patrones de contaminación					
Puedo hacer análisis de causa raíz					
Entiendo aplicaciones industriales de conductividad					

¿Te interesa seguir aprendiendo?

¿Te gustaría tomar más módulos como este?

Sí, me encantó

Sí, pero necesito más práctica

Tal vez

No me interesó mucho



¿Qué otros instrumentos te gustaría aprender a usar?

Sensores de pH

Sensores de presión

Sensores de nivel

Analizadores de turbidez

Medidores de oxígeno disuelto

Transmisores de temperatura

PLCs (controladores programables)

Otro:

¿Considerarías estudiar Tecnología en Ingeniería después de esta experiencia?

Definitivamente sí

Probablemente sí

No estoy seguro/a

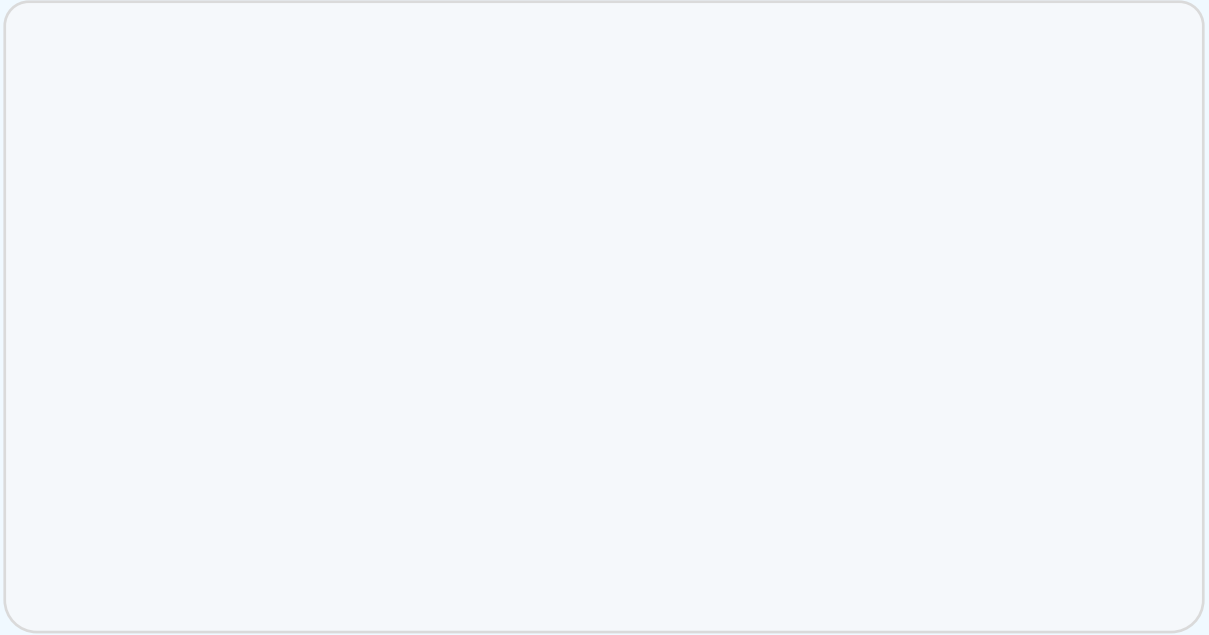
Probablemente no

Definitivamente no

¿Por qué?



Lo que más me gustó de esta actividad:



Aprende más sobre medición de conductividad

Endress+Hauser, líder mundial en instrumentación industrial, tiene excelentes recursos educativos sobre medición de conductividad. El sensor CLS21E que usaste en esta actividad es fabricado por ellos.

Te recomendamos este video que explica de forma profesional cómo funciona la medición de conductividad en aplicaciones industriales reales:

Ver video: “Principio de medición de la conductividad eléctrica” - Endress+Hauser”

NOTA: Explica claramente los principios científicos detrás del sensor que usaste. Esta es una excelente oportunidad para profundizar tu conocimiento técnico sobre instrumentación industrial.





¡FELICITACIONES!



Has completado exitosamente la actividad **“CSI Ambiental: El Misterio de los Peces que Desaparecen”**.

Aprendiste a usar equipo profesional de medición de conductividad, seguiste protocolos científicos de campo, analizaste datos como un verdadero investigador ambiental, y resolviste un caso de contaminación de río.

Estas habilidades son altamente valoradas en:

- Laboratorios ambientales
- Plantas de tratamiento de agua
- Industria farmacéutica
- Industria química
- Manufactura de alimentos y bebidas
- Agencias reguladoras ambientales

¡Estás en el camino correcto para convertirte en un profesional de tecnología en ingeniería que protege el ambiente y asegura la calidad en la industria!

El futuro de la Industria 4.0 y la protección ambiental necesita técnicos como tú.

Departamento de Tecnologías en Ingeniería (TEIN)
Universidad de Puerto Rico - Carolina

Este módulo fue desarrollado con apoyo de la National Science Foundation (NSF)
Propuesta #2434808 “EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation Education at UPR Carolina”

© 2025 UPR Carolina | Para más información: stem.bridges@upr.edu





EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation
Education at UPR Carolina:
Implementing New Resources and Practical Training
for Industry 4.0
2434808

UPR
CAROLINA

Contacto:

Teléfono: 257-0000 exts: 4976, 4964

Email: stem.bridges@upr.edu

Departamento de Tecnologías en Ingeniería

Universidad de Puerto Rico en Carolina

Desarrollado en 2025 • Universidad de Puerto Rico en Carolina
Este material es de uso educativo y puede ser reproducido para fines académicos con la debida atribución.