

Oxígeno Disuelto

INTRODUCTION

El oxígeno gaseoso disuelto en el agua es vital para la existencia de la mayoría de los organismos acuáticos. El oxígeno es un componente clave en la respiración celular tanto para la vida acuática como para la vida terrestre. La concentración de oxígeno disuelto (*DO*) en un ambiente acuático es un indicador importante de la calidad del agua ambiental.

Algunos organismos, como el salmón, las efímeras y las truchas, requieren altas concentraciones de oxígeno disuelto. Otros organismos como el siluro, las larvas de mosquito y la carpa, pueden sobrevivir en ambientes con bajas concentraciones de oxígeno disuelto. La diversidad de los organismos es mucho mayor a altas concentraciones de *DO*. La Tabla 1 indica las concentraciones mínimas de oxígeno disuelto necesarias para sostener a distintos animales.

Organismo	Oxígeno disuelto mínimo (mg/L)
Trucha	6.5
Lobina de boca pequeña	6.5
Larvas de tricópteros	4.0
Larvas de efemeróptero o mosca de mayo	4.0
Siluro	2.5
Carpa	2.0
Larvas de Mosquito	1.0

El oxígeno gaseoso se disuelve en el agua por diversos procesos como la difusión entre la atmósfera y el agua, oxigenación por el flujo del agua sobre las rocas y otros detritos, la agitación del agua por las olas y el viento y la fotosíntesis de plantas acuáticas. Hay muchos factores que afectan la concentración del oxígeno disuelto en un ambiente acuático. Estos factores incluyen: temperatura, flujo de la corriente, presión del aire, plantas acuáticas, materia orgánica en descomposición y actividad humana.

<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de la atmósfera • Oxigenación por el movimiento de las aguas sobre las rocas o los detritos • Oxigenación por el viento o las olas • Fotosíntesis de las plantas acuáticas
--

Como resultado de la actividad de las plantas, los niveles de *DO* pueden fluctuar durante el día, elevándose a lo largo de la mañana y alcanzando un máximo en la tarde. Por la noche cesa la fotosíntesis, pero las plantas y animales continúan respirando, causando una disminución de los niveles de *DO*. Como las fluctuaciones diarias son posibles, los ensayos de *DO* deben realizarse a la misma hora cada día. Grandes fluctuaciones en los niveles de oxígeno disuelto en periodos cortos de tiempo pueden traer como resultado una multiplicación de algas. Como la población de algas está creciendo con gran rapidez, los niveles de oxígeno disuelto aumentan. Pronto las algas comienzan a morir y son descompuestas por bacterias aeróbicas, las que usan el oxígeno. A medida que mueren más algas, el requerimiento de oxígeno de la descomposición aeróbica aumenta, lo que

<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Poblaciones de plantas acuáticas • Material orgánico en descomposición en el agua • Flujo de corrientes • Presión atmosférica y altura • Actividad Humana
--

Experimento 41

resulta en una caída brusca de los niveles de oxígeno. A continuación de una floración de algas, los niveles de oxígeno pueden ser tan bajos que los peces y otros organismos acuáticos se sofocan y mueren.

La temperatura es un factor importante en la capacidad del oxígeno para disolverse, ya que el oxígeno, al igual que todos los gases, tiene diferentes solubilidades a distintas temperaturas. Las aguas más frías tiene una mayor capacidad de oxígeno disuelto que las aguas más cálidas. La actividad humana, como la remoción del follaje a lo largo de una corriente o la liberación de agua caliente empleada en los procesos industriales, lo que puede causar un aumento de la temperatura del agua a lo largo de un estrechamiento dado de la corriente. Esto resulta en una menor capacidad de la corriente para disolver oxígeno.

Niveles Esperados

La unidad mg/L^2 es la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en un litro de agua. Cuando se relacionan las mediciones de DO con los niveles mínimos requeridos por los organismos acuáticos, se utiliza la unidad mg/L . El procedimiento descrito en este documento cubre el uso de un Sensor de Oxígeno Disuelto para medir la concentración de DO en mg/L . La concentración de oxígeno disuelto puede variar desde 0 hasta 15 mg/L . Las corrientes frías de montaña tendrán probablemente concentraciones de DO desde 7 hasta 15 mg/L , dependiendo de la temperatura del agua y de la presión del aire. En sus menores alcances, los ríos y corrientes pueden exhibir una concentración de DO entre 2 y 11 mg/L .

Cuando se analiza la calidad del agua de una corriente o río, es conveniente usar una unidad distinta que mg/L . El término porcentaje de saturación a menudo se usa para las comparaciones de la calidad del agua. El porcentaje de saturación es la lectura de oxígeno disuelto en mg/L dividido por el 100% del valor de oxígeno disuelto para el agua (a la misma temperatura y presión del aire). La forma en la que el porcentaje de saturación se relaciona con la calidad del agua se indica en la Tabla 2. En algunos casos, el agua puede exceder el 100% de saturación y deviene supersaturada por cortos periodos de tiempo.

Nivel de DO	Porcentaje de Saturación de DO
Supersaturación ¹	$\geq 101\%$
Excelente	90 – 100%
Adecuado	80 – 89%
Aceptable	60 – 79%
Pobre	$< 60\%$

Resumen de Métodos

El oxígeno disuelto se puede medir directamente en el sitio o en muestras de agua transportadas desde el sitio. Las mediciones se pueden realizar en el sitio, ya sea colocando el Sensor de Oxígeno Disuelto directamente en la corriente lejos de la orilla o recolectando una muestra de agua con un contenedor o frasco para luego hacer las mediciones con el Sensor de Oxígeno Disuelto de regreso en la orilla. Las muestras de agua recolectadas en el sitio y transportadas de regreso al laboratorio en botellas cerradas se deben almacenar en recipientes con hielo o en un refrigerador hasta el momento en que se tomen las mediciones. El transporte de muestras no se recomienda, debido a que se reduce la exactitud de los resultados del ensayo.

¹ La supersaturación puede ser dañina para los organismos acuáticos. Puede conducir a la enfermedad llamada Enfermedad de Burbujas de Gas.

² La unidad mg/L es numéricamente igual a la denominada partes por millón o ppm.

OXÍGENO DISUELTO

Lista de Verificación de Materiales

computador	Vaso de precipitado de 250 mL
interfaz Vernier para computador	100% botella de calibración
Logger <i>Pro</i>	botella de lavado con agua destilada
Sensor de Oxígeno Disuelto Vernier	papel absorbente
Solución de Relleno del Electrodo DO	pipeta
Solución de Calibración de Sulfito de Sodio	frasco pequeño de papel o plástico (opcional)

Recolección y Almacenamiento de Muestras

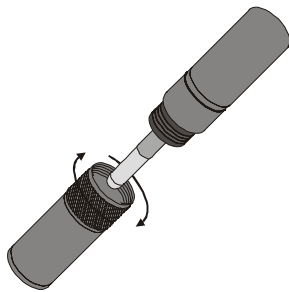
1. Antes de tomar las muestras, completa la información del sitio en la hoja Datos y Cálculos. Al final de la hoja de Datos y Cálculos hay espacio para colocar las observaciones del sitio. Algunos aspectos especiales a observar en el sitio son el clima, descripción de la corriente (flujo, profundidad, forma) y una descripción de la zona vegetal (densidad del follaje y anchura de la zona).
2. Es importante tomar la muestra debajo de la superficie del agua y tan lejos como se pueda de la orilla, mientras sea seguro. Se puede construir un toma muestras consistente en una barra con un contenedor para recolectar muestras de lugares más lejanos y difíciles de alcanzar. En aguas quietas (con movimiento lento), es necesario tomar las muestra debajo de la superficie del agua a varias profundidades.
3. Cuando recolecta muestras con un recipiente o contenedor, evite la mezcla de la muestra de agua con el aire, tomando tu muestra de debajo de la superficie del agua.
4. Si vas a hacer las lecturas después de retornar al laboratorio, asegúrate que no haya burbujas de aire en el contenedor de la muestra de agua y que el contenedor esté bien cerrado. Se deben almacenar las muestras en una caja con hielo o en un refrigerador hasta que se vayan a tomar las mediciones. El almacenar muestras de agua para hacer mediciones posteriores reduce la exactitud de las mediciones y solo es recomendable en los casos en que sea imposible hacer las mediciones en el sitio.
5. Cuando se toman lecturas en agua fría (0–10°C) o caliente (25–35°C), deje pasar un tiempo mayor hasta observar que las lecturas de oxígeno disuelto se estabilizan. La compensación automática por temperatura en el Sensor de Oxígeno Disuelto no es instantánea y las lecturas pueden demorar hasta 2 minutos para estabilizarse en dependencia de la temperatura.

Procedimiento de Ensayo

1. Coloca el computador en un lugar seguro lejos del agua. Mantén el computador lejos del agua todo el tiempo.
2. Preparación del Sensor de Oxígeno Disuelto para su uso.
 - a. Retira el gorro protector azul si aún está en la punta del sensor.
 - b. Desenrosca el gorro de membrana de la punta del sensor.

Experimento 41

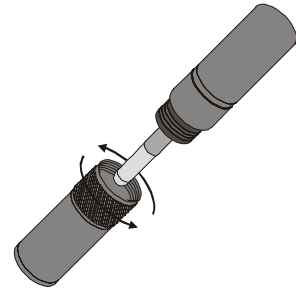
- c. Usando una pipeta, rellena el gorro de membrana con 1 mL de Solución de Relleno del Electrodo DO.
- d. Enrosca cuidadosamente de nuevo el gorro de membrana al electrodo.
- e. Coloca el sensor en un recipiente con agua.



Retire el gorro de membrana



Agregue solución de relleno de electrodo

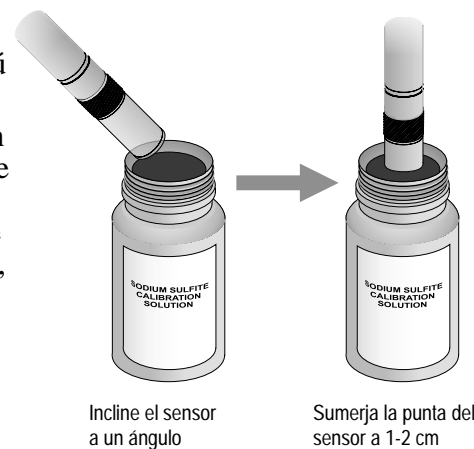


Coloque el gorro de membrana

3. Conecta el Sensor de Oxígeno Disuelto en el Ch 1 de la interfaz Vernier.
4. Prepara el computador para la toma de datos abriendo el archivo “05 Oxígeno Disuelto” en la carpeta *Calidad del agua con Computadores* del *Logger Pro*.
5. Hace falta dejar que el Sensor de Oxígeno Disuelto se caliente durante 10 minutos antes de tomar las lecturas. Para calentar el sensor, déjalo conectado a la interfaz, con el *Logger Pro* ejecutándose, durante 10 minutos. El sensor debe estar conectado todo el tiempo para mantenerlo caliente. Si se desconecta por unos pocos minutos, será necesario dejar al sensor que se caliente otra vez.
6. Ahora estás listo para calibrar el Sensor de Oxígeno Disuelto.
 - Si tu profesor te indica que uses la calibración almacenada en el archivo de experimento, entonces sigue con el Paso 7.
 - Si tu profesor te indica que realices una nueva calibración para el Sensor de Oxígeno Disuelto, sigue este procedimiento.

Punto de Calibración Cero Oxígeno

- a. Elige Calibrar ▶ CH1: Oxígeno Disuelto (mg/L) del menú Experimento y luego haz clic en **Calibrar ahora**.
- b. Retira el sensor del agua y coloca su punta en la Solución de Calibración de Sulfito de Sodio. **Importante:** No debe haber burbujas de aire atrapadas debajo de la punta del sensor o el sensor medirá un valor incorrecto del nivel de oxígeno disuelto. Si el voltaje no disminuye rápidamente, inclina ligeramente el sensor en la botella para desalojar cualquier burbuja. Las lecturas deben estar en el rango 0.2 a 0.5 V.
- c. Escribe “0” (el valor conocido en mg/L) en la caja de edición.
- d. Cuando la indicación del voltaje para Lectura 1 se estabiliza, haz clic en **Mantener**.

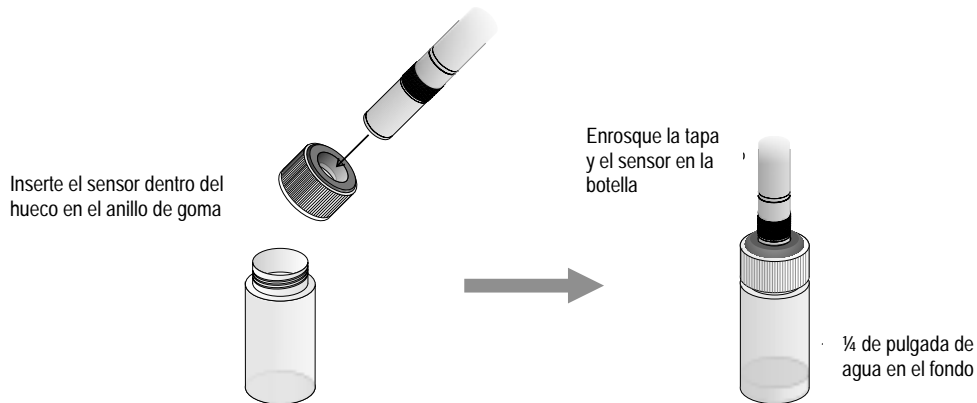


Incline el sensor a un ángulo

Sumerja la punta del sensor a 1-2 cm

Punto de Calibración DO Saturado

- e. Lava el sensor con agua destilada.
- f. Desenrosca la tapa de la botella de calibración proporcionada con el sensor. Desliza la tapa y el anillo de goma una 1/2 pulgada hacia el cuerpo del sensor.





- g. Agrega agua a la botella hasta una profundidad de cerca de 1/4 de pulgada y enrosca la botella en su tapa, como se muestra en la ilustración. **Importante:** No debes tocar ni mojar la membrana en este paso. Mantén el sensor en esta posición por un minuto.
- h. Escribe el valor correcto de oxígeno disuelto saturado (en mg/L) usando la Tabla 3 (por ejemplo, “8.66”) considerando los valores actuales de la presión barométrica y la temperatura del aire. Si no tiene el valor de la presión del aire actual, usa la Tabla 4 para estimar la presión del aire a tu altitud.
- i. Cuando la indicación del voltaje para Lectura 2 se estabiliza (las lecturas deben estar por encima de 2.0 V), haz clic en **Mantener** y luego clic en **Aplicar**.

7. Ahora estás listo para tomar los datos de la concentración de oxígeno disuelto.

- a. Lava la punta del sensor con la muestra de agua.
- b. Coloca la punta del sensor en la corriente en el Sitio 1, o en un vaso con agua de la corriente. Sumerge la punta del sensor hasta una profundidad de 4-6 cm.
- c. Mueve circularmente el sensor en forma continua en la muestra de agua. Observa el valor de la concentración de oxígeno disuelto en la ventana del Medidor. **Nota:** Es importante mantener el movimiento circular del sensor hasta que se termine la toma de datos de DO.
- d. Si el valor de DO parece estable, simplemente regístralo en la hoja Datos y Cálculos y continúa con el Paso 9.



8. Si el valor de DO visualizado en la ventana Medidor está fluctuando, determina la *media* (o el promedio) de la concentración de oxígeno disuelto. Para hacerlo:

- a. Haz clic en  para iniciar una toma de muestras de 10 segundos. **Importante:** Deja la punta del sensor sumergida y continúa moviéndolo circularmente los 10 segundos que dura la recolección de datos.
- b. Cuando termines la toma de datos, haz clic en el botón Estadísticas , para visualizar la caja de estadísticas en el gráfico.
- c. Registra el valor medio de la concentración de oxígeno disuelto en la hoja de Datos Cálculos.

9. Retorna al Paso 7 para obtener una segunda lectura. Cuando hayas tomado las dos lecturas, lava la punta del sensor y colócalo en la botella de calibración llena con agua.

Tabla 3: 100 % Capacidad de Oxígeno Disuelto (mg/L)

	770 mm	760 mm	750 mm	740 mm	730 mm	720 mm	710 mm	700 mm	690 mm	680 mm	670 mm	660 mm
0°C	14.76	14.57	14.38	14.19	13.99	13.80	13.61	13.42	13.23	13.04	12.84	12.65
1°C	14.38	14.19	14.00	13.82	13.63	13.44	13.26	13.07	12.88	12.70	12.51	12.32
2°C	14.01	13.82	13.64	13.46	13.28	13.10	12.92	12.73	12.55	12.37	12.19	12.01
3°C	13.65	13.47	13.29	13.12	12.94	12.76	12.59	12.41	12.23	12.05	11.88	11.70
4°C	13.31	13.13	12.96	12.79	12.61	12.44	12.27	12.10	11.92	11.75	11.58	11.40
5°C	12.97	12.81	12.64	12.47	12.30	12.13	11.96	11.80	11.63	11.46	11.29	11.12
6°C	12.66	12.49	12.33	12.16	12.00	11.83	11.67	11.51	11.34	11.18	11.01	10.85
7°C	12.35	12.19	12.03	11.87	11.71	11.55	11.39	11.23	11.07	10.91	10.75	10.59
8°C	12.05	11.90	11.74	11.58	11.43	11.27	11.11	10.96	10.80	10.65	10.49	10.33
9°C	11.77	11.62	11.46	11.31	11.16	11.01	10.85	10.70	10.55	10.39	10.24	10.09
10°C	11.50	11.35	11.20	11.05	10.90	10.75	10.60	10.45	10.30	10.15	10.00	9.86
11°C	11.24	11.09	10.94	10.80	10.65	10.51	10.36	10.21	10.07	9.92	9.78	9.63
12°C	10.98	10.84	10.70	10.56	10.41	10.27	10.13	9.99	9.84	9.70	9.56	9.41
13°C	10.74	10.60	10.46	10.32	10.18	10.04	9.90	9.77	9.63	9.49	9.35	9.21
14°C	10.51	10.37	10.24	10.10	9.96	9.83	9.69	9.55	9.42	9.28	9.14	9.01
15°C	10.29	10.15	10.02	9.88	9.75	9.62	9.48	9.35	9.22	9.08	8.95	8.82
16°C	10.07	9.94	9.81	9.68	9.55	9.42	9.29	9.15	9.02	8.89	8.76	8.63
17°C	9.86	9.74	9.61	9.48	9.35	9.22	9.10	8.97	8.84	8.71	8.58	8.45
18°C	9.67	9.54	9.41	9.29	9.16	9.04	8.91	8.79	8.66	8.54	8.41	8.28
19°C	9.47	9.35	9.23	9.11	8.98	8.86	8.74	8.61	8.49	8.37	8.24	8.12
20°C	9.29	9.17	9.05	8.93	8.81	8.69	8.57	8.45	8.33	8.20	8.08	7.96
21°C	9.11	9.00	8.88	8.76	8.64	8.52	8.40	8.28	8.17	8.05	7.93	7.81
22°C	8.94	8.83	8.71	8.59	8.48	8.36	8.25	8.13	8.01	7.90	7.78	7.67
23°C	8.78	8.66	8.55	8.44	8.32	8.21	8.09	7.98	7.87	7.75	7.64	7.52
24°C	8.62	8.51	8.40	8.28	8.17	8.06	7.95	7.84	7.72	7.61	7.50	7.39
25°C	8.47	8.36	8.25	8.14	8.03	7.92	7.81	7.70	7.59	7.48	7.37	7.26
26°C	8.32	8.21	8.10	7.99	7.89	7.78	7.67	7.56	7.45	7.35	7.24	7.13
27°C	8.17	8.07	7.96	7.86	7.75	7.64	7.54	7.43	7.33	7.22	7.11	7.01
28°C	8.04	7.93	7.83	7.72	7.62	7.51	7.41	7.30	7.20	7.10	6.99	6.89
29°C	7.90	7.80	7.69	7.59	7.49	7.39	7.28	7.18	7.08	6.98	6.87	6.77
30°C	7.77	7.67	7.57	7.47	7.36	7.26	7.16	7.06	6.96	6.86	6.76	6.66
31°C	7.64	7.54	7.44	7.34	7.24	7.14	7.04	6.94	6.85	6.75	6.65	6.55

Tabla 4: Presión Barométrica Aproximada a Diferentes Elevaciones

Elevación (pies)	Presión (mm Hg)	Elevación (pies)	Presión (mm Hg)	Elevación (pies)	Presión (mm Hg)
0	760	2000	708	4000	659
250	753	2250	702	4250	653
500	746	2500	695	4500	647
750	739	2750	689	4750	641
1000	733	3000	683	5000	635
1250	727	3250	677	5250	629
1500	720	3500	671	5500	624
1750	714	3750	665	5750	618

DATOS Y CÁLCULOS

Oxígeno Disuelto

Corriente o lago: _____ Hora del día: _____

Nombre del Sitio: _____ Nombre del estudiante: _____

Número del Sitio: _____ Nombre del estudiante: _____

Fecha: _____ Nombre del estudiante: _____

Columna	A	B	C	D	E
Lectura	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura del agua (° C)	Presión atmosférica (mmHg)	100% oxígeno disuelto (mg/L)	Porcentaje de saturación (%)
Ejemplo	8.2 mg/L	18.4° C	760 mmHg	9.5 mg/L	86 %
1					
2					
Promedio %					

Procedimiento de columna:

- A. Registra la lectura de oxígeno disuelto del computador.
- B. Registra la temperatura del agua del Sensor de Temperatura o termómetro (Ensayo 1).
- C. Registra la presión atmosférica de un barómetro o usando la altitud conocida (mira Tabla 4).
- D. De la Tabla 3, registra el valor 100% de oxígeno disuelto usando la temperatura medida y la presión atmosférica.
- E. Porcentaje de saturación = $A / D \times 100$

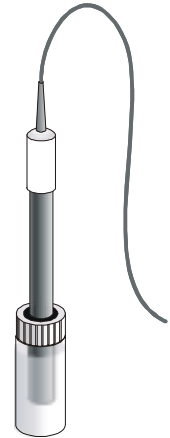
Observaciones de campo (por ejemplo, clima, geografía, vegetación a lo largo de la corriente) _____

Ensayo hecho: _____ Fecha: _____

INFORMACIÓN ADICIONAL

Consejos a los profesores

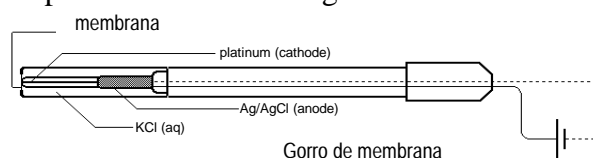
1. Antes de calibrar o tomar mediciones con el Sensor de Oxígeno Disuelto, es necesario calentarlo o polarizarlo durante 10 minutos. Piense en esto como si fuera una plancha para la ropa, que tiene que dejar que se caliente previamente antes de usarla para planchar su ropa. También debe mantener el sensor conectado todo el tiempo hasta que termine de tomar todas las mediciones. Cuando el sensor se desconecta de una interfaz activa, comienza a enfriarse, tal como le ocurre a la plancha. Siempre que sea posible, utilice el Adaptador de AC para que las baterías de la interfaz no se desgasten durante el periodo de calentamiento. Si esto no fuera posible, use un juego de baterías frescas.
2. La punta del sensor debe estar dentro del agua durante el periodo de calentamiento. Puede colocar el sensor en una taza o un vaso de precipitado con agua o puede usar la botella de calibración de DO. Simplemente llene la botella de calibración de DO con agua, ajuste el sensor en la tapa y enrosque la tapa a la botella. La punta del sensor debe estar sumergida en el agua hasta que lo calibre o tome datos.
3. Cuando calibre el Sensor de Oxígeno Disuelto, es importante que sea paciente y permita que las lecturas se estabilicen.
 - En el punto de oxígeno cero, el voltaje debería estar entre 0.2 V y 0.5 V. Si no fuera así, asegúrese que no haya una burbuja de aire en la punta de su electrodo. Si sospecha que su solución de sulfito de sodio se ha puesto mala, mézclela con una parte fresca o adquiera una botella nueva de Flinn Scientific (código de orden SO426).
 - En el punto de oxígeno saturado, el voltaje debería estar por sobre los 2.0 V. Si no fuera así, asegúrate que el electrodo no esté realmente tocando el agua contenida en la botella. Lava bien otra vez el electrodo con agua destilada y sécalo bien con papel absorbente, teniendo el cuidado de no tocar la membrana con los dedos.
4. Mientras el Sensor de Oxígeno Disuelto mide el oxígeno disuelto, va eliminando el O_2 de la muestra de agua en la frontera con la membrana del sensor. Si usted deja el sensor en un punto dentro de la muestra de agua, verá que las lecturas de oxígeno disuelto disminuyen su valor. Para prevenir esto es importante que los estudiantes muevan constantemente el sensor en forma circular y lentamente a través de la muestra mientras toman las lecturas.
5. La membrana plástica permeable al gas en el Sensor de Oxígeno Disuelto puede obstruirse con el tiempo por la presencia de suciedad y aceite. Alerta a los estudiantes que siempre eviten tocar la membrana. Si la muestra de agua que se va a medir está turbia o sucia, lave la punta del sensor con agua destilada después de cada uso.
6. El electrodo del Sensor de Oxígeno Disuelto está sellado al agua y no se dañará por el contacto con el agua. La junta en la parte superior del electrodo donde el cable entra no está sellada contra el agua y no debe sumergirse en agua en ningún momento. Para tomar las lecturas del oxígeno disuelto a varias profundidades, use un tomador de muestras de agua de profundidad (código de orden WDS). Este dispositivo se puede hacer descender a cualquier profundidad y accionarlo para recolectar una muestra de agua representativa.
7. El Paso 6 del procedimiento para los estudiantes presenta varias alternativas para cargar o realizar la calibración del Sensor de Oxígeno Disuelto:
 - La opción más fácil es usar la calibración que está almacenada en el Logger *Pro*.



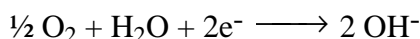
- Otra opción es realizar una calibración de dos puntos en el laboratorio, seleccionando Calibrar del menú Experimento (descrito en los Pasos 6a–i del procedimiento para el estudiante). Luego que esta calibración se haya realizado, se guardan los valores de la misma junto con el archivo de experimento. Cuando los estudiantes estén listos para usar el Sensor de Oxígeno Disuelto, ellos pueden simplemente abrir el archivo de experimento guardado y la nueva calibración se cargará consecuentemente. Como el Sensor de Oxígeno Disuelto cambia muy poco su comportamiento en pequeños periodos de tiempo, pensamos que esta es una buena forma de que los estudiantes manejen las calibraciones del oxígeno disuelto.
- La tercera forma es pedirle a los estudiantes que realicen la calibración de dos puntos descrita en los Pasos 6 a-i del procedimiento del estudiante.

Cómo trabaja el Sensor de Oxígeno Disuelto

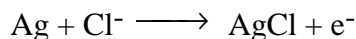
El Sensor de Oxígeno Disuelto es un electrodo polarográfico de tipo Clark que mide la concentración del oxígeno disuelto en agua y soluciones acuosas. Un cátodo de platino y un ánodo de referencia de plata/cloruro de plata en un electrolito de KCl están separados de la muestra por una membrana plástica permeable al gas.



El electrodo de platino tiene aplicado un voltaje fijo. El oxígeno se reduce mientras se difunde a través de la membrana hacia el cátodo:



La oxidación que tiene lugar en el electrodo de referencia (ánodo) es:



De acuerdo con esto, fluye una corriente que es proporcional a la tasa de difusión del oxígeno, y por tanto, a la concentración del oxígeno disuelto en la muestra. Esta corriente se convierte a un voltaje proporcional, que amplificado y leído por una de las interfaces de Vernier.

Almacenamiento del Sensor de Oxígeno Disuelto

Sigue estos pasos cuando almacenas el electrodo:

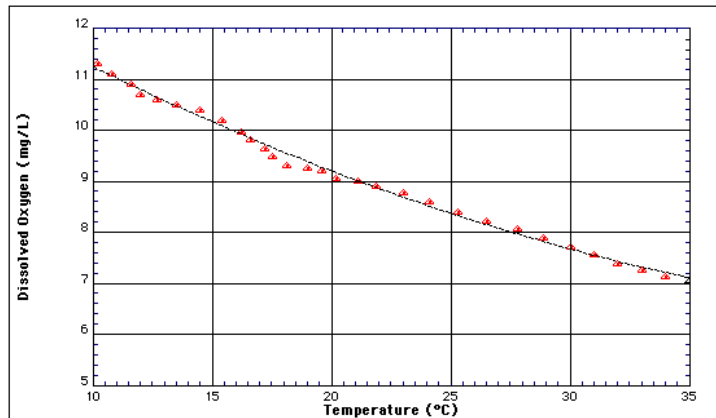
- **Almacenamiento por largo tiempo (más de 24 horas):** Retira el gorro de membrana y lava el interior y exterior de la membrana con agua destilada. Sacude el gorro de membrana para secarlo. Lava y seca también los elementos interiores del ánodo y el cátodo expuestos (sécalos con papel absorbente de laboratorio). Reinstala el gorro de membrana cuidadosamente en el cuerpo del electrodo para su almacenamiento. No lo enrosques apretando demasiado.
- **Almacenamiento por corto tiempo (menos de 24 horas):** Almacena el Sensor de Oxígeno Disuelto con el extremo de la membrana sumergido en aproximadamente 1 pulgada de agua destilada.

Compensación Automática de Temperatura

El Sensor de Oxígeno Disuelto de Vernier tiene compensación automática de temperatura porque usa un termistor incluido en el cuerpo del sensor. La salida de temperatura de este sensor se usa para compensar automáticamente los cambios que se producen en la permeabilidad de la membrana debido a cambios en la temperatura. Si el sensor no tuviera compensación por temperatura, usted notaría un cambio en la lectura del oxígeno disuelto a medida que cambia la temperatura, aún cuando la concentración real del oxígeno disuelto en la solución no cambiara. Aquí presentamos dos ejemplos de cómo trabaja la compensación automática de temperatura:

- Si usted calibra el Sensor de Oxígeno Disuelto en el laboratorio a 25° C y 760 mm Hg de presión barométrica (asumiendo que la salinidad es despreciable), el valor que debe introducir para el punto de calibración de oxígeno saturado debe ser 8.36 mg/L (vea la Tabla 3). Si fuera a tomar una lectura en agua destilada que está saturada de oxígeno mediante una agitación revolviendo con rapidez y energía, obtendría una lectura de 8.36 mg/L. Si la muestra de agua se enfría después hasta 10° C sin agitación adicional, el agua no seguiría saturada (el agua fría puede soportar más oxígeno disuelto que el agua caliente). Por tanto, la lectura del Sensor de Oxígeno Disuelto con compensación de temperatura debería ser 8.36 mg/L.

- Si la solución se enfría, sin embargo, hasta 10° C y se agita constantemente de modo que permanezca saturada por la disolución de oxígeno adicional, la compensación de temperatura del sensor debería producir una lectura de 11.35 mg/L que es el valor mostrado en la Tabla 3. **Nota:** La compensación de temperatura *no significa* que la lectura de una solución saturada será la misma a dos temperaturas diferentes, ya que las dos soluciones tiene diferentes concentraciones de oxígeno disuelto y las lecturas del sensor deben reflejar esta diferencia.



Oxígeno disuelto saturado vs. Temperatura

Tomando Muestras en Agua Salada Oceánica o en Estuarios

(a niveles de salinidad mayores que 1000 mg/L)

La concentración de oxígeno disuelto para el agua saturada de aire a varios niveles de salinidad, $DO_{(sal)}$, se puede calcular usando la fórmula:

$$DO_{(sal)} = DO - (k \cdot S)$$

- $DO_{(sal)}$ es la concentración de oxígeno disuelto (en mg/L) en soluciones de agua salada.
- DO es la concentración de oxígeno disuelto para el agua destilada saturada de aire como se determina de la Tabla 3.
- S es el valor de la salinidad (en ppt). Los valores de salinidad se pueden determinar usando el Electrodo Selectivo a Ion Cloruro de Vernier o el Sensor de Conductividad como se describe en la actividad 40.

– k es una constante. El valor de k varía de acuerdo a la temperatura y se puede determinar de la Tabla 5.

Tabla 5: Valores de la constante de corrección de salinidad							
Temp. (°C)	Constante, k	Temp. (°C)	Constante, k	Temp. (°C)	Constante, k	Temp. (°C)	Constante, k
1	0.08796	8	0.06916	15	0.05602	22	0.04754
2	0.08485	9	0.06697	16	0.05456	23	0.04662
3	0.08184	10	0.06478	17	0.05328	24	0.04580
4	0.07911	11	0.06286	18	0.05201	25	0.04498
5	0.07646	12	0.06104	19	0.05073	26	0.04425
6	0.07391	13	0.05931	20	0.04964	27	0.04361
7	0.07135	14	0.05757	21	0.04854	28	0.04296

Ejemplo: Determine el valor de calibración de oxígeno saturado DO a la temperatura de 23° C y a la presión de 750 mm Hg, cuando el Sensor de Oxígeno Disuelto se usa en el agua de mar con un valor de salinidad de 35.0 ppt.

Primero hay que encontrar el valor de oxígeno disuelto en la Tabla 3 (DO = 8.55 mg/L). Luego hay que encontrar el valor de k en la Tabla 5 a 23° C ($k = 0.04662$). Luego hay que sustituir estos valores, así como el valor de la salinidad, en la ecuación previa:

$$DO_{(sal)} = DO - (k \cdot S) = 8.55 - (0.04662 \cdot 35.0) = 8.55 - 1.63 = 6.92 \text{ mg/L}$$

Use el valor 8.46 mg/L cuando realiza el punto de calibración de saturación de DO (agua saturada de aire), como se describe en el Paso 6. El Sensor de Oxígeno Disuelto será calibrado ahora para dar el valor correcto de las lecturas de DO en muestras de agua salada con una salinidad de 35.0 ppt.

Importante: Para la mayoría de los ensayos de oxígeno disuelto, *no* es necesario compensar por salinidad; por ejemplo, si el valor de salinidad es 0.5 ppt, usando 25° C y 760 mm Hg, el cálculo par el DO(s) debería ser:

$$DO_{(sal)} = DO - (k \cdot S) = 8.36 - (0.04498 \cdot 0.5) = 8.36 - 0.023 = 8.34 \text{ mg/L}$$

A niveles de salinidad menores que 1.0 ppt, el despreciar esta corrección significa un error de menos que el 0.2%.

