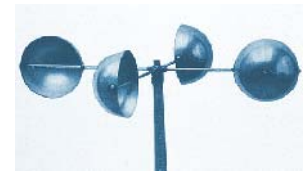




# Cómo medir el viento



Proporcionado por TryEngineering, [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)  
Haga clic aquí para hacer comentarios sobre esta lección.

---

## Enfoque de la lección

La lección se concentra en cómo se diseñan los anemómetros para medir la velocidad del viento y cómo los diseños han cambiado con el tiempo. Los equipos de estudiantes diseñan y construyen un anemómetro con productos de uso cotidiano y aprenden cómo estos aparatos se utilizan para evaluar la factibilidad de los sitios donde se pueda usar energía generada por turbinas eólicas. Los anemómetros deben ser capaces de soportar el viento generado por un ventilador o secador de cabello a una velocidad variante y los estudiantes deben desarrollar una forma de medir y graficar las rotaciones a diferentes velocidades de viento. Los estudiantes evalúan la eficacia tanto de su propio anemómetro como la de los demás equipos y presentan sus hallazgos a la clase.

---

## Sinopsis de la lección

La actividad "Cómo medir el viento" explora la forma en que funcionan los anemómetros para registrar las velocidades del viento y las adaptaciones técnicas que estos aparatos han experimentado en el tiempo. Los estudiantes trabajan en equipos de "ingenieros" para diseñar y construir con artículos cotidianos su propio anemómetro. Prueban los sensores, evalúan los resultados y presentan sus reflexiones a la clase.

---

## Niveles de edad

8 a 18.

---

## Objetivos

- ✦ Aprender sobre los anemómetros.
- ✦ Aprender sobre el diseño de ingeniería.
- ✦ Aprender sobre cómo la ingeniería puede ayudar a resolver los desafíos para la sociedad.
- ✦ Aprender sobre el trabajo en equipo y la solución de problemas.



---

## Resultados anticipados del aprendizaje

Como resultado de esta actividad, los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ los equipos sensores climáticos
- ✦ la interacción de la tecnología con diversos aspectos de la sociedad
- ✦ el diseño de ingeniería
- ✦ trabajo en equipo

---

## Actividades de la lección

Los estudiantes exploran el efecto de cómo los anemómetros registran la intensidad del viento y cómo se usa esta información para fines sociales tanto en términos de análisis climático como en la evaluación de lugares para posibles proyectos de energía eólica. Los estudiantes trabajan en equipos de "ingenieros" para desarrollar su propio diseño de anemómetro usando artículos cotidianos. Prueban su sensor, evalúan sus propios diseños y los de los demás estudiantes y presentan sus hallazgos a la clase.

---

## Información/materiales

- ✦ Documentos informativos para el maestro (adjuntos)
- ✦ Hoja de información para el estudiante (adjunta)
- ✦ Hoja de trabajo para el estudiante (adjunta)

---

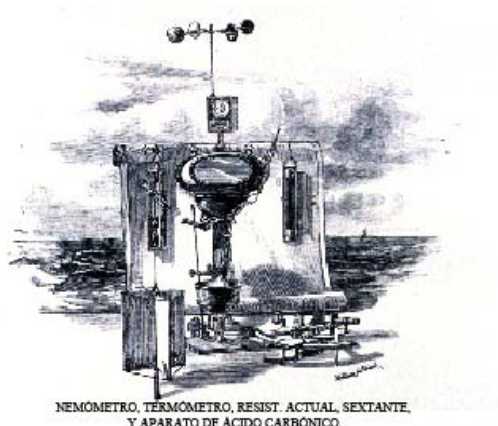
## Concordancia con los programas de estudio

Consulte la hoja adjunta sobre la concordancia con los programas de estudio.

---

## Conexiones a Internet

- ✦ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ✦ Laboratorio Nacional de Energía Renovable ([www.nrel.gov/wind](http://www.nrel.gov/wind)) (sitio disponible sólo en inglés)
- ✦ Instituto y Museo de Historia de la Ciencia, Florencia, Italia (<http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/emulti.asp?player=wmv&codice=500005&banda=h>)
- ✦ Observatorio Armagh, Irlanda del Norte ([www.arm.ac.uk/history/instruments/Robinson-cup-anemometer.html](http://www.arm.ac.uk/history/instruments/Robinson-cup-anemometer.html)) (sitio disponible sólo en inglés)
- ✦ Normas nacionales de educación científica ([www.nsta.org/standards](http://www.nsta.org/standards)) (sitio disponible sólo en inglés)
- ✦ Normas de ITEA para la competencia tecnológica ([www.iteaconnect.org/TAA](http://www.iteaconnect.org/TAA))



---

## Lecturas recomendadas

- ✦ Wind Energy - The Facts: A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power by European Wind Energy Association (Energía eólica, los datos: Una guía para la tecnología, economía y futuro de la energía eólica por la Asociación Europea de la Energía Eólica) (ISBN: 1844077101)
- ✦ Wind Energy in the Built Environment (Energía eólica en el entorno edificado) (ISBN: 0906522358)

---

## Actividad opcional de redacción

- ✦ Escribe un ensayo o párrafo acerca de por qué un aeropuerto podría tener varios anemómetros a diferentes alturas para brindar información a los controladores de tráfico aéreo

# Cómo medir el viento



**Para los maestros:**

## **Concordancia con los programas de estudio**

Nota: Todos los planes de las lecciones de esta serie cumplen con las Normas nacionales de educación científica, formuladas por el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) y avaladas por la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias (National Science Teachers Association) y, si corresponde, también con las Normas para la competencia tecnológica de la Asociación Internacional de Educación Tecnológica (International Technology Education Association) o los Principios y normas de las matemáticas escolares del Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics).

### **◆ Normas nacionales de educación científica, de K a 4° grado (de 4 a 9 años de edad)**

#### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ✦ Capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ✦ La comprensión de la indagación científica

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ La posición y el movimiento de los objetos

#### **NORMA DE CONTENIDO D: Ciencias de la tierra y el espacio**

Como resultado de sus actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Los cambios en la Tierra y en el cielo

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ✦ Capacidades de diseño tecnológico
- ✦ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ La ciencia y la tecnología en los desafíos locales

#### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ La ciencia como cometido humano

### **◆ Normas nacionales de educación científica, de 5° a 8° grado (de 10 a 14 años de edad)**

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Movimientos y fuerzas
- ✦ La transferencia de energía

# Cómo medir el viento



## Para los maestros:

### Concordancia con los programas de estudio (continuación)

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades en 5° a 8° grado, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ✦ Capacidades de diseño tecnológico
- ✦ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Poblaciones, recursos y medio ambientes
- ✦ La ciencia y la tecnología en la sociedad

#### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ La historia de la ciencia

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de 9° a 12° grado (de 14 a 18 años de edad)

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Movimientos y fuerzas

#### **NORMA DE CONTENIDO D: Ciencias de la tierra y el espacio**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ La energía en el sistema terrestre

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ✦ Capacidades de diseño tecnológico
- ✦ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ La ciencia y la tecnología en los desafíos locales, nacionales y mundiales

#### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Las perspectivas históricas

### ◆ Normas para la competencia tecnológica, todas las edades

#### **La naturaleza de la tecnología**

- ✦ Norma 1: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de las características y el alcance de la tecnología.
- ✦ Norma 3: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de las relaciones entre las tecnologías y las conexiones entre la tecnología y otros campos de estudio.

# Cómo medir el viento



## Para los maestros:

### Concordancia con los programas de estudio (continuación)

#### **Tecnología y sociedad**

- ✦ Norma 5: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de los efectos de la tecnología en el medio ambiente.

#### **Diseño**

- ✦ Norma 8: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de los atributos del diseño.
- ✦ Norma 9: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del diseño de ingeniería.
- ✦ Norma 10: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del rol del diagnóstico de fallas, la investigación y el desarrollo, los inventos y las innovaciones y la experimentación a la hora de solucionar problemas.

#### **Capacidades para un mundo tecnológico**

- ✦ Norma 11: Los estudiantes desarrollarán capacidades para aplicar el proceso de diseño.

### ◆ Principios y normas para las matemáticas escolares

#### **Norma de números y operaciones:**

- ✦ Comprender los números, las formas de representarlos, las relaciones que existen entre ellos y los sistemas numéricos.

#### **Normas sobre análisis de datos y probabilidades**

- ✦ Formular preguntas que se puedan abordar con datos y recopilar, organizar y mostrar los datos pertinentes para responderlas.

# Cómo medir el viento



## Para los maestros: Hojas informativas para maestros

### ◆ Meta de la lección

La actividad "Cómo medir el viento" explora la forma en que funcionan los anemómetros para registrar las velocidades del viento y las adaptaciones técnicas que estos aparatos han experimentado en el tiempo. Los estudiantes trabajan en equipos de "ingenieros" para diseñar y construir con artículos cotidianos su propio anemómetro. Los equipos prueban su anemómetro, evalúan sus resultados y presentan sus reflexiones a la clase.

### ◆ Objetivos de la lección

- ✦ Aprender sobre los anemómetros.
- ✦ Aprender sobre el diseño de ingeniería.
- ✦ Aprender sobre cómo la ingeniería puede ayudar a resolver desafíos para la sociedad.
- ✦ Aprender sobre el trabajo en equipo y la solución de problemas.

### ◆ Materiales

- ✦ Hojas de información para el estudiante
- ✦ Hojas de trabajo para el estudiante
- ✦ Secador de cabello o ventilador con múltiples ajustes de velocidad (o si se está en un entorno con viento, esta lección se puede llevar a cabo al aire libre)
- ✦ Un juego de materiales para cada grupo de estudiantes:
  - papel metálico, plástico, vasos de papel, cordel, cinta adhesiva, alambre, sorbetes, varitas de madera, cucharitas de madera o plástico, trocitos de madera (balsa), alambre flexible (como para flores o artesanía), sujetapapeles, elásticos, mondadientes, papel de aluminio, pegamento, papel, cartón, envoltura plástica u otros materiales disponibles.
  - papel cuadriculado para la documentación de los resultados.



### ◆ Procedimiento

1. Muestre a los estudiantes las diversas hojas de referencia para el estudiante. Se pueden leer en clase, o bien, entregar como material de lectura de tarea para la noche anterior.
2. Divida a los estudiantes en grupos de 2 ó 3 y entréguele un juego de materiales a cada equipo.
3. Explique a los estudiantes que deben desarrollar su propio anemómetro operativo usando artículos cotidianos, y que el equipo debe diseñar un sistema para medir y registrar la velocidad del viento según lo indique el anemómetro.
4. Los estudiantes se reúnen y formulan un plan para construir un anemómetro. Acuerdan los materiales que necesitarán, redactan o bosquejan su plan y luego lo presentan ante la clase.
5. Los equipos de estudiantes intercambian los materiales que deseen con otros grupos para lograr su lista de piezas ideal.  
Luego, los grupos de estudiantes construyen su anemómetro. Puede que necesiten reformular su plan, solicitar otros materiales, intercambiar artículos con otros equipos

# Cómo medir el viento

---



## Para los maestros: Hojas informativas para maestros (continuación)

6. o empezar de nuevo. Tendrán que diseñar un sistema para contar revoluciones y graficar los resultados a medida que cambie la velocidad del viento.
7. Luego los equipos probarán sus anemómetros con el viento (ya sea natural o generado por un ventilador o secador de cabello). (Nota: Es posible que convenga generar el viento durante la fase de construcción de modo que los estudiantes puedan probar su anemómetro durante esta fase antes de la prueba en clase).
8. Posteriormente, los equipos completan una hoja de trabajo de evaluación y presentan sus hallazgos a la clase.

### ◆ Tiempo necesario

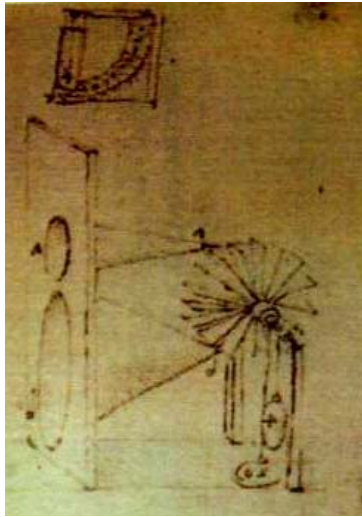
De dos a tres sesiones de 45 minutos.

### ◆ Consejos

- Los estudiantes probablemente medirán el número de revoluciones de su anemómetro, por lo que tal vez deba sugerirle que una de las tazas o atrapadores de viento sea de un color distinto para facilitar contar las revoluciones.
- La parte superior debe moverse libremente sin resistencia para girar rápidamente. Es fundamental usar un sorbete u otro objeto con punta sobre el cual la pieza superior pivotará o girará.
- Puede que los estudiantes quieran desarrollar un diseño con cuatro copas, con tres, o bien, otro nuevo. Varíe este desafío para los estudiantes más jóvenes.

# Cómo medir el viento

## Hoja de información para el estudiante: ¿Qué es un anemómetro?



Un anemómetro es un dispositivo que se usa para medir la velocidad del viento y es uno de los instrumentos que se utilizan en las estaciones meteorológicas. El término proviene del vocablo griego anemos, que significa viento. El primer anemómetro fue inventado por Leonardo da Vinci. Leonardo diseñó en realidad dos distintos tipos de instrumentos para medir la velocidad del viento. A la izquierda puedes ver los diagramas de ambos.

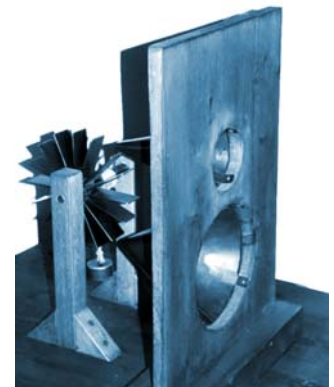
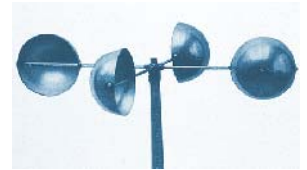
El primero (arriba) se denomina anemómetro de "laminilla" o de "pincel", porque hubo una época en que se utilizaban plumas para medir la velocidad del viento. Era una vara graduada con una placa delgada que se movía según la fuerza del viento.

El otro (debajo) está hecho de tubos cónicos y fue diseñado para revisar que la presión del viento que hace girar las ruedas fuera proporcional a la abertura en los conos por los cuales pasa el aire, habiendo la misma velocidad del viento.

### ◆ Anemómetro de cuatro copas

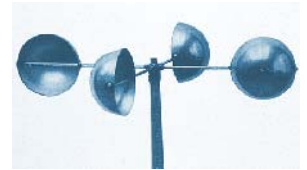
Un sencillo tipo de anemómetro es el de copa, inventado en 1846 por el Dr. John Thomas Romney Robinson (a la derecha). Incluía cuatro copas que se instalaban sobre el extremo de cuatro brazos horizontales, los cuales estaban dispuestos en ángulo de 90 grados entre sí sobre un eje vertical. El viento que sopla horizontalmente hacía girar las copas a una velocidad proporcional a la del viento. Si se contaran los giros de las copas durante un lapso específico, se podría determinar la velocidad media del viento en un lugar determinado. Cuando Robinson diseñó su anemómetro, indicó incorrectamente que sin importar el tamaño de las copas ni la longitud de los brazos, éstas siempre se movían a un tercio de la velocidad del viento. Posteriormente se descubrió que la relación entre la velocidad del viento y la de las copas, llamada "factor anemométrico", dependía en realidad de las dimensiones de las copas y los brazos y puede tener un valor comprendido entre dos y un poco más de tres.

En [www.arm.ac.uk/movies/anemometer/anemometer.html](http://www.arm.ac.uk/movies/anemometer/anemometer.html) (sitio disponible sólo en inglés), se puede ver un vídeo sobre los anemómetros.



EL ANEMÓMETRO DE ROBINSON.

# Cómo medir el viento



## Hoja de información para el estudiante: ¿Qué es un anemómetro? (continuación)

### ◆ Anemómetro de tres copas

Se descubrió que los anemómetros de cuatro copas experimentaban retrasos en su precisión cuando las velocidades del viento cambiaban rápidamente. Por lo tanto, el anemómetro de tres copas fue diseñado para mejorar la precisión, especialmente en ambientes en que el viento podría cambiar rápida o inesperadamente. El anemómetro de tres copas fue creado por el canadiense John Patterson en 1926, tal como ocurre con muchos productos que son mejorados o "rediseñados" a lo largo del tiempo para mejorar su rendimiento, reducir costos o aumentar su seguridad. En 1935, el anemómetro de tres copas fue perfeccionado por Brevoort & Joiner en EE. UU. Su trabajo permitió evolucionar a un diseño de copa-rueda que tenía más precisión, con una tasa de error inferior al 3% a velocidades de hasta 100 km por hora (unas 60 mph). En 1991, el diseño fue modificado por el australiano Derek Weston para permitir medir tanto la dirección como la velocidad del viento. Weston incorporó una placa en cada copa, lo cual hacía que la velocidad aumentara y disminuyera a medida que la placa se moviera alternadamente a favor y en contra del viento. Actualmente, los anemómetros de tres copas son el método estándar en la industria para los estudios de evaluación de la energía eólica.

### ◆ Uso de los anemómetros para probar el potencial del viento

Un anemómetro es un dispositivo que se usa para medir la velocidad del viento. Muchos países y organizaciones ofrecen programas de préstamos de anemómetros, de modo que una compañía o persona pueda evaluar el viento en su localidad y determinar si se puede generar allí suficiente energía eólica. Para estos lugares de prueba, un anemómetro podría recopilar datos de la velocidad del viento en intervalos de 10 minutos a lo largo de un período prolongado.

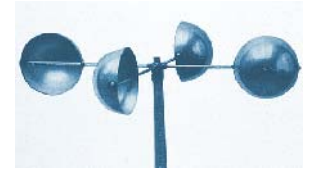


### ◆ Anemómetros sónicos

Los anemómetros sónicos (ver fotografía de la derecha) fueron inicialmente desarrollados en la década de 1970 y usan ondas de ultrasonido para medir la velocidad y dirección del viento. Miden la velocidad del viento basándose en el tiempo de vuelo de impulsos sónicos entre pares de transductores. Como carecen de partes móviles, son ideales para el uso a largo plazo en estaciones climáticas automatizadas y boyas climáticas, en las que la precisión y confiabilidad de los anemómetros tradicionales de copas y aspas se ven afectadas negativamente por el aire salino o por grandes cantidades de polvo.



# Cómo medir el viento



---

## Hoja de información para el estudiante: ¿Qué es un anemómetro? (continuación)

### ◆ Selección de materiales

Los materiales seleccionados para diseñar un anemómetro se suelen basar en la aplicación para la que se esté pensado. Por ejemplo, los anemómetros hechos para aplicaciones con baja velocidad del viento, como por ejemplo estudios de contaminación del aire, se suelen fabricar con materiales livianos. Sin embargo, debido a sus materiales, no son la mejor alternativa para entornos donde abunda el viento o el hielo. La selección de materiales también es importante para anticipar la vida útil del equipo. Es por esto que, según el entorno físico en el que se usarán, el precio que alguien podría estar dispuesto a pagar y la duración que se podría proyectar para que el equipo funcione con confiabilidad, los materiales seleccionados para el diseño de un anemómetro pueden variar.

# Cómo medir el viento



## Hoja de trabajo para el estudiante: Diseña tu propio anemómetro

Trabajas junto a un equipo de ingenieros al que se le ha planteado el desafío de diseñar con artículos cotidianos su propio anemómetro. Probarás el anemómetro con diversas velocidades del "viento" generadas por un ventilador o un secador de cabello en la sala de clase. También debes diseñar un sistema de medición y registro de la velocidad del viento según lo que indique tu anemómetro. Y tendrás que tabular las velocidades del viento en un gráfico, revisar los diseños de los equipos "de ingenieros" de estudiantes y presentar sus hallazgos a la clase.

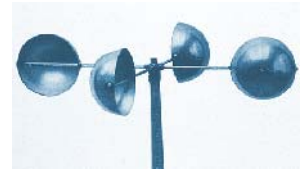
### ◆ Etapa de planificación

Reúnete como equipo y plantea el problema que necesitan resolver. Tendrás que decidir si deseas hacer un anemómetro de tres o cuatro copas; o bien, si tienes una mejor idea y un nuevo diseño. Luego, tu equipo deberá desarrollar y acordar un diseño para el anemómetro. Tendrás que determinar qué materiales deseas usar; recuerda que el diseño debe ser lo suficientemente resistente para soportar el viento de un ventilador o secador de cabello y que tendrás que generar información acerca de la velocidad del viento en una escala que tú mismo formules. Por lo tanto, es posible que haya ciertos elementos del diseño que puedas incorporar en el anemómetro para ayudar a llevar un registro del movimiento. Dibuja tu diseño en el siguiente cuadro y cerciórate de incluir la descripción y cantidad de las piezas que deseas usar. Presenta tu diseño a la clase. Puede que te convenga afinar el plan de tu equipo tras recibir los comentarios y sugerencias de la clase.



Materiales necesarios:

# Cómo medir el viento



## Hoja de trabajo para el estudiante (continuación):

### ◆ Fase de construcción

Construye tu anemómetro. Durante la construcción, puedes decidir que necesitas materiales adicionales o querer hacer modificaciones en tu diseño. No hay problema; simplemente haz un nuevo bosquejo y modifica tu lista de materiales.

### ◆ Fase de prueba

Cada equipo probará su anemómetro en tres diferentes velocidades de "viento" usando un ventilador de la sala de clase o un secador de cabello. Prueba tres veces cada velocidad y determina su promedio para cada ajuste del ventilador o secador de cabello. En cada prueba indica en el cuadro inferior la velocidad del viento que observas. Asegúrate de presenciar las pruebas de los demás equipos y observa cómo funcionaron los diversos diseños.



Prueba núm.	Ajuste de veloc. del ventilador	Velocidad del viento medida por el anemómetro	Promedio de veloc. del viento en el ajuste del ventilador
1	Bajo		
2	Bajo		
3	Bajo		
1	Mediano		
2	Mediano		
3	Mediano		
1	Alto		
2	Alto		
3	Alto		

### ◆ Fase de documentación

En papel cuadriculado, dibuja un gráfico que señale cómo aumentó la velocidad del viento según lo indicado por tu anemómetro, en la medida que también se acrecentó la velocidad del ventilador o del secador de cabello. Usa el promedio de velocidades del viento para el gráfico.

### ◆ Fase de evaluación

Evalúa los resultados de tu equipo, completa la hoja de trabajo de evaluación y presenta tus hallazgos a la clase.

# Cómo medir el viento



---

## Hoja de trabajo para el estudiante Evaluación:

Utiliza esta hoja de trabajo para evaluar los resultados de tu equipo en la actividad “Cómo medir el viento”:

1. ¿Lograste crear un anemómetro que midiera las tres distintas velocidades del “viento”? Si no fue así, ¿por qué no?

2. ¿Decidiste modificar tu diseño original o solicitaste materiales adicionales durante la fase de construcción? ¿Por qué?

3. ¿Encontraste que las lecturas de una de las pruebas podría haber arrojado un cambio significativo en la lectura media para esa velocidad del viento?

4. Si se usara tu anemómetro para probar algún lugar y determinar si es un buen sitio donde instalar una turbina de viento y aprovechar la energía eólica, ¿crees que tres pruebas por ajuste de velocidad serían suficientes para generar un promedio confiable? De no ser así, ¿cuántas pruebas crees que serían adecuadas?

5. Si hubieses podido acceder a materiales diferentes a los que usaste, ¿cuáles habría solicitado tu equipo? ¿Por qué?

