

## Actividad 3: Resolver problemas, modelando diferentes situaciones de crecimiento o decrecimiento

### PROPÓSITO

Se contempla que los estudiantes analicen el crecimiento o decrecimiento y sus modelos. El contexto es la presión sonora y su unidad de referencia, los decibelios; les permite perseverar y actuar proactivamente para resolver y dar respuestas a situaciones cotidianas desde la matemática. Se espera que apliquen la escala logarítmica, que describe en un rango accesible la presión de una onda sonora en comparación con la presión mínima de sonido que un ser humano podría percibir. Se pretende que comprendan por qué la presión sonora, generada por distintas fuentes, no consiste simplemente en sumar los correspondientes decibelios.

### Objetivos de Aprendizaje

**OA 3:** Aplicar modelos matemáticos que describen fenómenos o situaciones de crecimiento y decrecimiento, que involucran las funciones exponencial y logarítmica, de forma manuscrita, con uso de herramientas tecnológicas y promoviendo la búsqueda, selección, contrastación y verificación de información en ambientes digitales y redes sociales.

**OA a.** Construir y evaluar estrategias de manera colaborativa al resolver problemas no rutinarios.

### Actitudes

- Pensar con perseverancia y proactividad para encontrar soluciones innovadoras a los problemas.

**Duración:** 9 horas pedagógicas

## DESARROLLO

### EI MODELO LOGARÍTMICO Y LA PRESIÓN SONORA

1. Lee el siguiente párrafo con tu curso y comenta tus impresiones:

“Generalmente, cuando hablamos de la contaminación ambiental, se vienen a la cabeza ideas como aguas servidas, desagües que llegan a ríos, basura en las playas, smog, entre otros ejemplos. Sin embargo, hay una de la cual no siempre somos conscientes: la contaminación acústica. En 2016, el Ministerio del Medio Ambiente y el Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile desarrollaron un mapa de ruido de las conurbaciones Coquimbo-La Serena, Temuco-Padre Las Casas, la ciudad de Valdivia y el Gran Santiago, e identificaron zonas de cada ciudad según sus niveles de ruido.

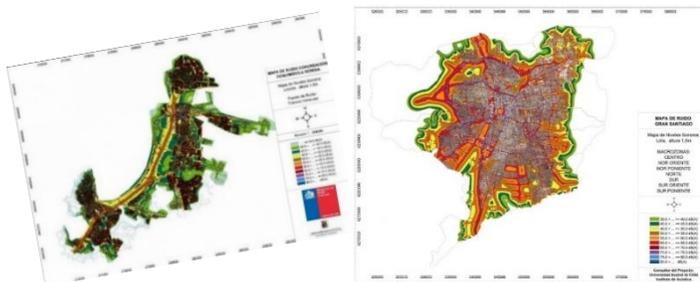


Fig. 1: Mapas de ruido de la conurbación Coquimbo-La Serena y del Gran Santiago<sup>7</sup>.

Cuando una fuente sonora (parlantes, máquinas, personas, ventiladores, entre otros) emite un sonido, genera una onda que se distribuye en todas las direcciones, provocando un cambio local en la presión atmosférica; esto se conoce como presión sonora”.

- Lee con tu compañero de trabajo los siguientes datos sobre el mismo tema: “El modelo matemático que permite calcular el Nivel de Presión Sonora ( $N_p = N_p$ ) involucra el concepto de logaritmo (presión efectiva del sonido medida en pascales ( $Pa = \frac{Kg}{m \cdot s^2}$ )) y su medida habitual corresponde a decibelios (dB).

Conexión disciplinar:  
**Ciencias para la Ciudadanía.**  
OA f, 3° y 4° medio

$$N_p = 10 \cdot \log\left(\frac{P^2}{P_0^2}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right) \text{ dB}$$

donde  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} Pa$  corresponde a la presión mínima”.

- Encuentren el valor  $P_0$ .
- Comparen su procedimiento con el siguiente:  $N_0 = 20 \cdot \log\left(\frac{2 \cdot 10^{-5} Pa}{2 \cdot 10^{-5} Pa}\right) = 20 \cdot \log(1) = 20 \cdot 0 = 0 \text{ dB}$ . ¿Hay diferencias?
  - ¿Qué piensan sobre la siguiente afirmación: “La máxima presión sonora que puede soportar el oído humano es de aproximadamente  $P_m = 20 Pa$ ”?
    - ¿Cuál sería el NPS acorde a la máxima presión sonora? Muestren su desarrollo.

$$N_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB}$$

- Si una fuente de ruido genera un NPS igual a 15 dB, ¿cuál sería el nivel de presión  $P_R$  medida en pascales?

<sup>7</sup> Fuente imágenes:

<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/06/28/mapas-de-ruido-de-cinco-ciudades-de-chile-que-tan-ruidoso-o-silencioso-es-tu-barrio/>

c. Completen la siguiente tabla que relaciona decibelios (dB) con pascales (Pa):

Fuente de ruido	Decibelios (dB)	Pascales (Pa)
Umbral audible		$2 \cdot 10^{-5}$
Sala de estudio tranquila	30	
Conversación normal	60	
Bocina de un vehículo	90	
Umbral del dolor		$2 \cdot 10^1$

Tabla 1: Relación entre decibelios (dB) y pascales (Pa).

## EL MODELO LOGARÍTMICO Y LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA

1. Ejercitar el modelo logarítmico  $N_p = 20 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right)$  dB para determinar el nivel de presión sonora en decibelios (dB), considerando  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa. Completen una tabla como la siguiente:

Conexión disciplinar:  
**Ciencias para la Ciudadanía.**  
 OA f, 3° y 4° medio

Efecto	Decibelios (dB)	Pascales (Pa)
Umbral audible	0	$2 \cdot 10^{-5}$
Umbral audible persona promedio	20	$2 \cdot 10^{-4}$
		$2 \cdot 10^{-3,5}$
		$2 \cdot 10^{-3}$
		$2 \cdot 10^{-2,5}$
		$2 \cdot 10^{-2}$
		$2 \cdot 10^{-1,5}$
		$2 \cdot 10^{-1}$
		$2 \cdot 10^{-0,5}$
		$2 \cdot 10^0$
Umbral dolor		$2 \cdot 10^1$
Dolor		$2 \cdot 10^{1,5}$
Dolor	140	$2 \cdot 10^2$

## LOS RUIDOS AMBIENTALES EN EL OÍDO HUMANO

Los sonidos que superan los 120 dB (20 Pa) provocan dolor, lesiones permanentes e incluso pérdida de audición; este valor se conoce como umbral del dolor.

La siguiente tabla presenta algunos ejemplos de fuentes sonoras con sus correspondientes NPS. Un elemento importante para considerar al medir los NPS es la distancia de la fuente sonora, ya que, según ella, la medida puede ser mayor o menor. Por eso, las mediciones ambientales se hacen en función de la posición del oído humano y la distancia a la que una persona se encuentra regularmente desde la fuente sonora.

Fuente de sonido	Nivel de presión sonora (dB)	Efecto
Automóvil Fórmula Uno	140	Dolor
Cámara de pruebas de un motor, avión en despegue	130	Dolor
Multitud gritando, concierto de rock, martinete	120	Umbral del dolor
Tren subterráneo, taladro, martillo perforador	100	Presión alta
Tráfico intenso, fábrica, diversas fuentes de ruido, bocina de un vehículo	90	Presión alta
Restaurante con mucha gente, camión Diésel a 15m	80	Presión moderada
Aspiradora	70	Presión moderada
Aire acondicionado, automóvil silencioso	60	Presión baja
Conversación entre personas	50	Presión baja
Aire acondicionado silencioso, oficina tranquila, refrigerador casero	40	Presión muy baja
Goteo de una llave, manecillas de un reloj análogo	30	Presión muy baja
Biblioteca, chubascos leves	20	Umbral audible de una persona promedio
Umbral audible	0	

Tabla 2: Niveles de presión sonora de algunos ruidos ambientales y sus efectos en el oído humano promedio.

Cuando hay más de una fuente sonora, para obtener el nivel de presión no se puede simplemente sumar los decibelios. Primero hay que conocer la presión sonora de cada fuente y luego sumar el cuadrado de cada una de ellas. Por ejemplo, si en un taller están funcionando simultáneamente dos martinetes industriales, cada uno con un nivel de presión sonora de 108dB, ¿cuál es el nivel de presión sonora entre ambos martinetes?

Si se designa  $P_R = 108\text{dB}$  a la presión sonora de un martinete, se tiene que:

$$108\text{dB} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_R^2}{P_0^2}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{P_R}{P_0}\right)$$

$$108\text{dB} = 20 \cdot \log\left(\frac{P_R}{P_0}\right)$$

Conexión disciplinar:  
**Ciencias para la Ciudadanía.**  
OA f, 3° y 4° medio

Luego, la presión sonora de dos martinetes ( $P_T$ ) actuando simultáneamente es:

$$P_T = 10 \cdot \log\left(\frac{P_R^2 + P_R^2}{P_0^2}\right)$$

$$P_T = 10 \cdot \log\left(\frac{2P_R^2}{P_0^2}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{(\sqrt{2}P_R)^2}{P_0^2}\right)$$

$$P_T = 20 \cdot \log\left(\frac{\sqrt{2}P_R}{P_0}\right)$$

$$P_T = 20 \cdot \left( \log\left(\frac{P_R}{P_0}\right) + \log\sqrt{2} \right)$$

$$P_T = 20 \cdot \log\left(\frac{P_R}{P_0}\right) + 20 \cdot \log\sqrt{2} = 20 \cdot \log\left(\frac{P_R}{P_0}\right) + 10 \cdot \log((\sqrt{2})^2)$$

$$P_T = 20 \cdot \log\left(\frac{P_R}{P_0}\right) + 10 \cdot \log 2$$

$$\text{Reemplazando, } P_T = 108 + 10 \cdot 0,301$$

$$P_T \approx 108 + 3,01 \approx 111 \text{ dB}$$

1. En promedio, el sonido de la bocina de un auto es de 90dB, medidos a 5 metros de distancia. Si nos encontramos en una intersección de dos calles, donde un vehículo quedó bloqueando el cruce y 2 vehículos comienzan a tocar la bocina, ¿es correcto afirmar que el ruido generado estará cerca de los 180db? ¿Y si se trata de 4, 5, o 9 vehículos? Argumenten.
2. De acuerdo con las normas sobre los ruidos en ambientes laborales en Chile, el sonido de una oficina no debe superar los 45dB y en ambientes industriales, los 65dB. Cuando se trata de lugares con fuentes de sonidos de mayor intensidad, es obligatorio el uso de protecciones. ¿Podrían hacer una estimación del ruido en la sala de clases cuando todo el curso está hablando? ¿Está dentro de los rangos permitidos por las normas ambientales? Argumenten.
3. La presión sonora de un martillo mecánico es de aproximadamente 2 Pa. De acuerdo con las normas sanitarias y ambientales, ¿cuál es el tiempo máximo que un trabajador podría utilizar esta máquina al día? Averigua cuáles son los límites saludables para el ruido y determinar este tiempo de exposición a ruidos.

### NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE DIFERENTES AMBIENTES

1. Antes se entregó algunos valores en decibelios referenciales. Sin embargo, varias aplicaciones libres para celular, conocidas como sonómetros, permiten medir esos decibelios y recabar información sobre niveles de presión sonora de diferentes ambientes: sala de clases, patio a la hora del recreo, diferentes talleres de las especialidades TP, máquinas utilizadas en los talleres, etc.

Busquen una aplicación móvil gratuita de un sonómetro y realicen lo siguiente:

- a. Elaboren una tabla como las anteriores, que describa ejemplos de actividades y sus ruidos.
- b. Diseñen un mapa de ruido de su establecimiento, localizando las zonas con mayor y menor ruido.
- c. Si se determina con un sonómetro el volumen al que habla una persona en forma normal, ¿cuál será el nivel de presión sonora si todos los estudiantes hablan al mismo tiempo? Hagan una estimación y luego verifiquen con un sonómetro.



- d. ¿Cuál es el nivel de presión sonora con la que los alumnos escuchan música con audífonos? ¿Puede esto tener un efecto en su audición?

### ORIENTACIONES PARA EL DOCENTE

1. Es importante que distingan entre las dos unidades usadas: pascales y decibelios. Deben comprender que el modelo funciona a partir de una referencia base, que es la presión mínima o umbral audible.
2. Hay dos NPS básicos para cualquier análisis de ruido: umbral audible y umbral del dolor. Aplicando las propiedades de la función logaritmo, pueden determinar ambos valores.
3. A partir de valores como esos, donde los decibelios están equidistantes, pueden comparar las diferencias en las presiones sonoras; por ejemplo: entre el umbral audible y la sala de estudio y entre la bocina de un vehículo y el umbral del dolor.
4. El ruido ambiental se puede abordar en diferentes contextos y los ejemplos propuestos consideran dos: contaminación ambiental y normas ambientales asociadas a espacios de trabajo. Se busca que los problemas apunten a sumar presiones sonoras diferentes, lo que no se puede resolver considerando sólo los decibelios de cada fuente.
5. Se debe tratar la contaminación acústica y el cuidado de la audición en aspectos del cuidado personal, como el uso de audífonos o largas exposiciones a sonidos elevados. Así también, en ambientes profesionales en los cuales los trabajadores están expuestos a niveles de ruidos elevados y/o constantes, los alumnos pueden conocer sobre las normas ambientales asociadas a sus áreas de especialización y las protecciones con las que pueden contar, incluidos los tiempos de exposición.
6. Se sugiere los siguientes indicadores para evaluar formativamente los aprendizajes:
  - Utilizan modelos de situaciones de crecimiento y decrecimiento que involucran las funciones exponencial y logarítmica para determinar valores o hacer proyecciones.
  - Construyen modelos de situaciones de crecimiento y decrecimiento que involucran las funciones exponencial y logarítmica para determinar valores o hacer proyecciones.
  - Varían parámetros para ajustar un modelo exponencial o logarítmico según la situación.

## RECURSOS Y SITIOS WEB

*Sitios sugeridos para estudiantes y profesores:*

- Información sobre decibelio  
<https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.wikipedia.org/wiki/Decibelio>
- Decibelios ponderación A <https://www.curriculumnacional.cl/link/http://musiki.org.ar/DBa>
- Información sobre la presión sonora  
[https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n\\_sonora](https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_sonora)
- Información sobre ruidos industriales (en inglés)  
<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.42.6.705>
- Sistema Nacional de Información Ambiental (Sinia)  
<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/>
- Calculadora dB  
<https://www.curriculumnacional.cl/link/https://www.cesva.com/es/soporte/db-calculator/>
- Sitio web para acceder a un conversor de pascales a decibelios  
<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=1a344877f11195aaf947ccfe48ee9c89>
- Sitio web con mapas de ruido  
<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://mapcity.com/mapaderuido#t=1>