

TAMBIÉN HAY FÍSICA EN LA MÚSICA



Para construir un gran teatro es necesario realizar cálculos que relacionan la Música con la Física

INDICADORES DE LOGROS:

- Explica la voz humana en términos de cuerdas vocales y la grabación y reproducción del sonido
- Describe la Música en términos de la Física.
- Identifica el Efecto Doppler y aplica sus relaciones matemáticas en la solución de problemas.
- Comprende, interpreta, analiza y produce diferentes tipos de textos según sus necesidades (COMUNICACIÓN).
- Expresa con autonomía lo que quiere y lo que piensa en forma verbal y no verbal.
- Usa un lenguaje verbal y no verbal adecuado al medio.
- Demuestra respeto por los conceptos emitidos por los otros.
- Reconoce la diferencia entre procesos de información y comunicación.

LO MARAVILLOSO DEL LENGUAJE NO VERBAL

La comunicación es la capacidad para transmitir y comprender ideas o bien **símbolos** que facilitan la adecuada interacción y la realización de actividades propias de una cultura o una sociedad.

En este proceso es posible identificar tres conceptos fundamentales:

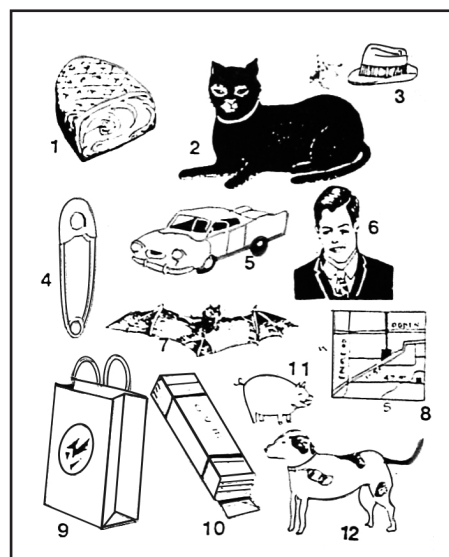
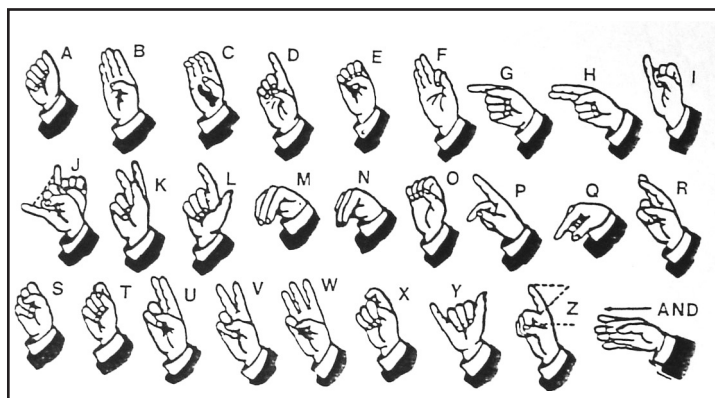
Canal: Se entiende este como el recurso físico por medio del cual se transmite la señal: Ondas de radio, Ondas de luz, **Ondas sonoras**.

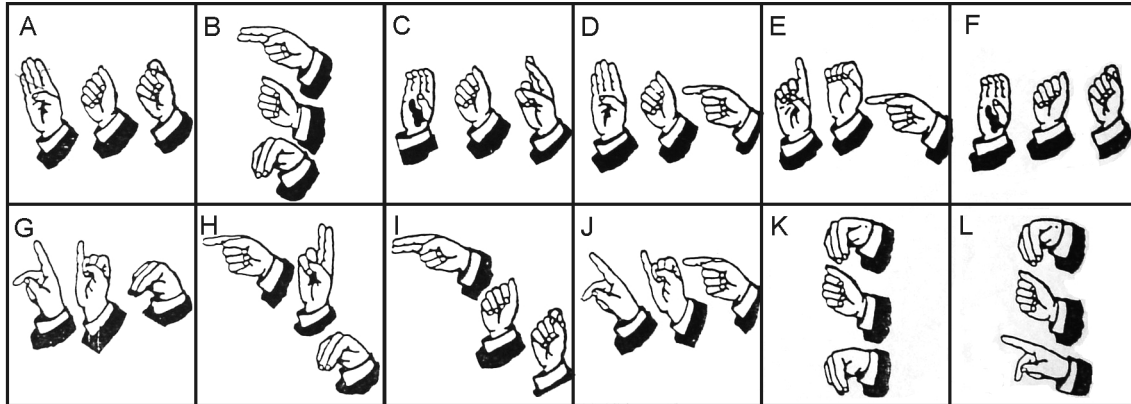
Medio: Es la forma técnica o física de convertir un mensaje en una señal capaz de ser transmitida: **La voz humana**.

Código: Es un sistema de significado común para los integrantes de una cultura o grupo social: Signos, convenciones.

Con mis compañeros de subgrupo resolvemos el siguiente ejercicio para comprender la importancia del lenguaje no verbal, por ejemplo el lenguaje de los sordomudos.

Tomamos del CRA un juego de PIÉNSALO.





Compartimos la solución con el Profesor.

Todo lo que podemos aprender de los libros, revistas, cuadernos, periódicos, avisos y cualquier información escrita es una de las maravillas del Lenguaje no verbal.



LA VOZ HUMANA

Una de las características que nos distingue de los animales es la capacidad que tenemos de hablar y usar un lenguaje.

Con mis compañeros de subgrupo respondemos, en forma oral, las siguientes preguntas:

- ¿Qué es un fonema?
- ¿Por qué la voz de la mujer es más aguda que la del hombre?
- ¿Por qué la voz de un niño es más aguda que la de una mujer?
- ¿Qué puedes concluir de las cuerdas vocales de un hombre en comparación con las cuerdas vocales de una mujer, si la voz del hombre es más grave que la voz de una mujer?

- e. El oído humano es capaz de distinguir dos sonidos siempre y cuando los reciba con una diferencia de tiempo de por lo menos 1/10 segundos. ¿A qué distancia debe estar una pared para que podamos percibir el eco de un sonido que produzcamos y se refleje en ella?
- f. La expresión verbal en la comunicación, debe reunir ciertas características para que sea efectiva. ¿Cuáles podrían ser?



¿NOS COMUNICAMOS EFECTIVAMENTE?

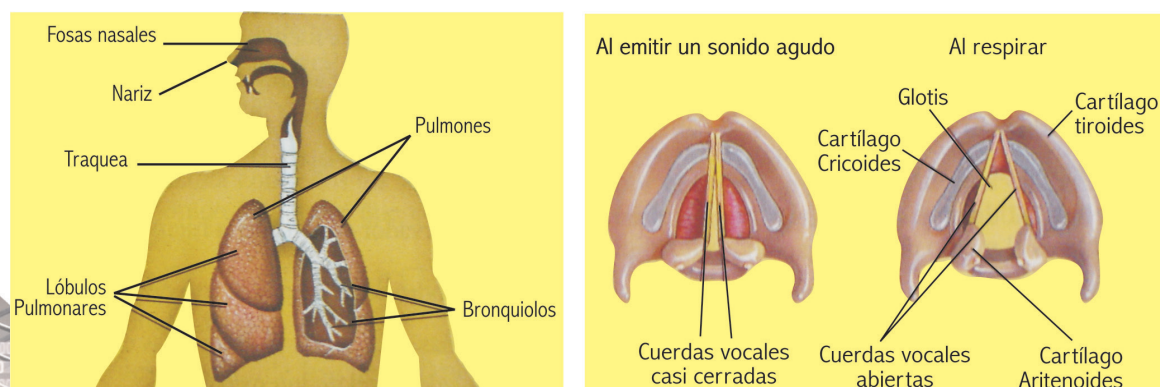
El proceso de comunicación se realiza gracias al lenguaje, por ser una facultad del ser humano.

Con mis compañeros, analizamos la siguiente información y respondemos las preguntas planteadas al final.

La producción del habla se puede considerar en dos etapas distintas:

1. La producción del sonido audible.
2. El control ejercido sobre el sonido para producir determinado fonema.

En la primera etapa, el aire es expulsado de los pulmones asciende por la traquea y sale por la nariz y por la boca. Las **cuerdas vocales** que se encuentran en la laringe (haz de cartílagos situados entre la faringe y la traquea) controlan el flujo del aire. Mientras respiramos normalmente, las **cuerdas** permanecen relajadas, de modo que el aire puede pasar libremente a través de la laringe.





Un sonido vocal se produce cuando el aire procedente de los pulmones es forzado a través de la glotis durante la espiración, haciendo vibrar las **cuerdas vocales**. Cuando la presión del aire aumenta debajo de las cuerdas, el aire pasa a través de ellas y se reduce la presión. Entonces, las cuerdas se cierran de nuevo y el proceso se repite. Se genera así una serie de vibraciones cuyas frecuencias dependen de la tensión y de la masa de las cuerdas. En general, la voz de las mujeres es más aguda que la de los hombres. ¿Qué se puede concluir de la masa de las cuerdas vocales del hombre y de la mujer? En esta primera fase de la producción del habla, se producen ondas periódicas compuestas por varios armónicos con amplitudes aproximadamente iguales.

La segunda fase de la producción del habla, es decir, la articulación del sonido audible dentro de un fonema, tiene lugar en la faringe y en las cavidades oral y nasal. El tamaño y forma de las cavidades son controlados por la posición de la lengua, los labios o el velo del paladar. Para cada tamaño y forma, la cavidad resuena a determinadas frecuencias. Al entrar la onda sonora producida por las cuerdas vocales en la cavidad del habla, se produce resonancia. Aunque ninguno de los armónicos producidos por las cuerdas vocales tenga frecuencia igual a una de las frecuencias características de la cavidad, esta resuena a frecuencias cercanas. Este hecho determina el timbre de la voz de cada persona. A diferencia de los instrumentos musicales, la voz humana, en general, permite distinguir entre sonidos agudos y graves, pero no facilita diferenciar claramente el tono del sonido. La intensidad de la voz humana está relacionada con la de la fuerza de la espiración.

EN OTRAS PALABRAS

La voz es producida por la vibración de las cuerdas vocales formadas por dos pliegues de la mucosa de las vías respiratorias. El paso del aire espirado hace vibrar las cuerdas vocales; de la fuerza de la corriente de aire depende la **intensidad** del sonido, de la longitud, la tensión y la delicadeza de las cuerdas depende el **tono** del sonido.

Las cuerdas vocales más cortas y más finas en la mujer y el niño que en el hombre, producen también sonidos más altos. La forma de la laringe influye en el **tono** de la voz.

Gracias al trabajo de la faringe, la boca y la nariz, el hombre disfruta de la facultad de emitir sonidos articulados, diferenciados por una característica denominada **timbre**, propia de cada persona.





Respondemos en el cuaderno las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuáles son las dos etapas para la producción del habla?
- b. ¿Cuál es el papel de las cuerdas vocales?
- c. ¿De que depende la frecuencia de las vibraciones de las **cuerdas vocales**?
- d. ¿Dónde tiene lugar la articulación del sonido?
- e. ¿Qué determina el timbre de la voz de cada persona?
- f. ¿Cómo influye en la comunicación el manejo de la voz?

GRABACIÓN Y REPRODUCCIÓN DEL SONIDO

Con mis compañeros de subgrupo, analizamos este tema y consignamos en el cuaderno los puntos importantes.

Registrar un sonido, es grabarlo de manera permanente, para reproducirlo en cualquier momento.

Thomas Alba Edison fue el primero en grabar el sonido hacia el año 1877. Edison construyó un **fonógrafo**, mediante el cual se podía inscribir el sonido y luego reproducirlo invirtiendo el proceso de inscripción.

Este aparato consta de una bocina, un diafragma unido a un punzón y un cilindro de cera sobre el que se efectuaba la grabación. Para realizarla, el sonido era guiado por la bocina hacia el diafragma de tal manera que las vibraciones de éste se comunicaban al punzón, formando los surcos sobre el cilindro. Mientras el cilindro rotaba, se desplazaba con velocidad constante a lo largo de su eje. ¿Con qué fin crees que se le daba ese movimiento? A partir del cilindro grabado, se podían obtener copias en un material más resistente para ser leídas por el punzón.

A principios del siglo XX, el cilindro se reemplazó por un disco plano; esto simplificaba la obtención de las copias. A este fonograma se le llamó **gramófono**.

Al sustituir la bocina por un micrófono, las grabaciones se volvieron más perfectas pues aumentó la sensibilidad; se pueden captar frecuencias que alcanzan los 12.000 Hz.



El procedimiento, aunque más complejo, tiene el mismo principio de funcionamiento, se hacen microsurcos sobre un disco. Sin embargo, en la actualidad la grabación del sonido se puede hacer en los llamados **discos compactos (CD)**; el sistema de lectura utiliza un láser para explorar la pista grabada en el disco. A medida que el disco gira, varía la intensidad del rayo reflejado y, a partir de estas variaciones, por un sistema eléctrico, es posible reproducir el sonido.



A medida que la tecnología avanza, mejora considerablemente la capacidad de grabación en un disco. Al principio se grababan dos canciones por disco, el cual giraba a 78 RPM o a 45 RPM; luego apareció el LP (Long Play) que giraba a $33 \frac{1}{3}$ RPM, en el que se grababan entre 10 y 14 canciones; después llegó el CD (Compact Disc) con un promedio de 20 canciones. Finalmente surgió el formato MP3 con capacidad para más de 150 canciones.




FÍSICA Y MÚSICA

Con mis compañeros de subgrupo analizamos la siguiente información y respondemos las preguntas planteadas.

Los instrumentos musicales han sido diseñados de tal manera que produzcan notas musicales definidas y que transmitan las ondas con suficiente intensidad. Los instrumentos de cuerda funcionan ya sea por vibración mediante el golpe de un martillo, como en el piano;





pulsando la cuerda manualmente, como la guitarra, o por fricción de un arco como en el violín. Puesto que la cuerda no produce un sonido con suficiente intensidad, los instrumentos musicales de cuerda tienen un sistema de resonancia. En el caso de la guitarra, el sistema de resonancia es una caja en forma irregular.



Los instrumentos de viento se valen del aire contenido en ellos para producir ondas estacionarias. Cada instrumento metálico o de viento tiene una forma característica para variar la longitud efectiva. En el caso de la marimba, instrumento de percusión, se utilizan tubos de diferente longitud, para que al producir un sonido en las barras que la componen resuene a determinadas frecuencias.

Algunos instrumentos musicales no sólo pueden emitir sonidos en cierta nota sino que pueden mezclar dichas notas produciendo armonías agradables al oído. El hecho de que la recepción de dos notas musicales simultáneas resulte armoniosa se basa en cómo el oído percibe dichas pulsaciones.

Para afinar un instrumento musical de cuerda, con el fin de que una cuerda vibre a la misma frecuencia que otra de referencia, se hacen sonar simultáneamente y se varía la tensión de una de ellas hasta que no se perciban pulsaciones. Si la frecuencia de vibración es mayor de 7 Hz, el oído interpreta que no hay armonía entre las dos notas y que, por lo tanto, se produce ruido.

El timbre del sonido depende de la forma de la onda, la cual está determinada por la presencia de algunas ondas con frecuencias múltiplos de la frecuencia de la onda predominante. Es decir, que el timbre depende de la combinación de armónicos. Sin embargo, no todas las fuentes sonoras producen frecuencias definidas como sí lo hacen los instrumentos musicales, los cuales producen las notas determinadas por la frecuencia.

Consignamos en el cuaderno las respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo han sido diseñados los instrumentos musicales?
2. ¿Cómo funcionan los instrumentos de cuerda?
3. ¿Para que sirven las cajas de resonancia?
4. ¿Por qué una marimba tiene varillas de diferente longitud?



5. ¿Cuál es la función de las válvulas de una trompeta o de los brazos deslizantes de algunos instrumentos metálicos?
6. Los sonidos producidos por un conjunto musical, ¿se podrían considerar como una forma de comunicación? ¿Por qué?

Compartimos las respuestas con el profesor y continuamos analizando el último tema del sonido. Consignamos en el cuaderno los conceptos claves.

EFECTO DOPPLER

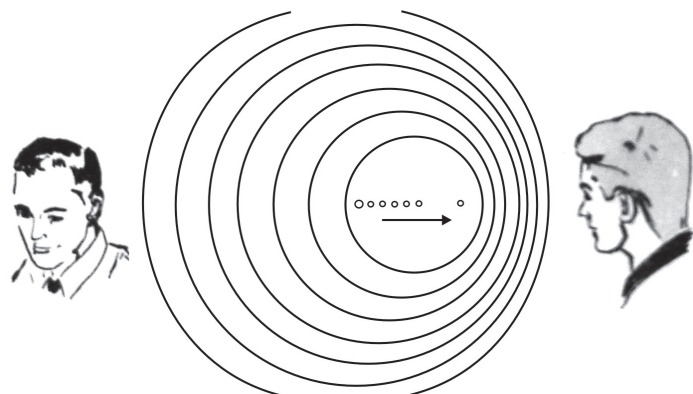
¿Se ha dado cuenta de la variación del sonido cuando un automóvil pasa cerca de usted con el equipo de sonido a alto volumen?

Cuando el vehículo se acerca, o usted se acerca al vehículo, oye un sonido alto y cuando se aleja el vehículo o usted se aleja del vehículo, oye un sonido bajo.

Si hay una variación en la altura del sonido que percibimos, debe ocurrir una variación de frecuencia, según lo estudiado.

Acerque y aleje a uno de sus oídos un diapasón en **vibración**. También percibe variación en el tono que oye, como cuando se acerca y se aleja el automóvil con el equipo de sonido a alto volumen. Tanto el diapasón como el equipo de sonido vibran con su frecuencia propia y producen su sonido correspondiente estando quietos o en movimiento. Por lo tanto, deducimos que **el cambio de tono que percibimos se debe al movimiento relativo con respecto a la fuente de sonido**, ya sea que nosotros nos movamos o ya sea la fuente de sonido la que se desplaza.

Este fenómeno puede representarse en la cubeta de ondas, desplazando la fuente que vibra y que produce ondas circulares. Se puede observar fácilmente que la dirección en la cual se mueve la fuente se presenta una aglomeración de ondas, en tanto que en el lado opuesto se presenta distanciamiento entre ellas. El primer caso corresponde a un aumento en la frecuencia y el segundo a una disminución.



Puesto que se produce variación de tono, ya sea moviéndose la fuente sonora o la persona que oye, se presentan 3 casos, cuyas relaciones matemáticas se pueden obtener de la expresión:

$$f_0 = f \left(\frac{v \pm v_0}{v \mp v_f} \right) \quad \left\{ \begin{array}{l} f_0 = \text{frecuencia (aparente) percibida por el observador.} \\ f = \text{frecuencia propia de la fuente.} \\ v = \text{velocidad del sonido} = 340 \text{ m/s} \\ v_0 = \text{velocidad del observador.} \\ v_f = \text{velocidad de la fuente sonora.} \end{array} \right.$$

Primer Caso. La persona que oye se mueve (la fuente permanece quieta).

a) El observador se acerca a la fuente:



EJEMPLO 1.

Supongamos que por algún desperfecto el pito de un vehículo se queda conectado permanentemente emitiendo un sonido de 300 Hz y el conductor se detiene para arreglar el daño. ¿Cuál será la frecuencia percibida por un observador que se acerca con una velocidad de 6 m/s?

Como la fuente está quieta ($v_f = 0$) y el observador percibirá más vibraciones, la fórmula será:

$$f_0 = f \left(\frac{v + v_0}{v} \right) \quad \left\{ \begin{array}{l} f = 300 \text{ Hz.} \\ v = 340 \text{ m/s} \\ v_0 = 6 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

$$f_0 = 300\text{Hz} \left(\frac{340\text{m / s} + 6\text{m / s}}{340\text{m / s}} \right) = 305\text{Hz}$$

La frecuencia aparente percibida por el observador es de 305 Hz, mayor que la frecuencia de la fuente.



b) El observador se aleja de la fuente:

EJERCICIO.

- Deduzca la fórmula, teniendo en cuenta que la fuente está quieta y que el observador percibirá menos vibraciones.
- Si el observador se aleja a una velocidad de 10 m/s, ¿Cuál será la frecuencia de las vibraciones que percibirá? (Utilice los datos del ejemplo 1).

Segundo Caso. La fuente productora de ondas se mueve (el observador permanece quieto)

a) La fuente se acerca al observador:



EJEMPLO 2.

Supongamos que un vehículo que viaja por una carretera se desplaza hacia un observador que permanece quieto, a una velocidad de 108 Km./h, haciendo sonar el pito que emite un sonido cuya frecuencia es de 300 Hz. ¿Cuál será la frecuencia percibida por el observador?

Como el observador está quieto ($v_0 = 0$) y percibirá más vibraciones, la fórmula será:

$$f_0 = f \left(\frac{v}{v - v_f} \right) \begin{cases} f = 300 \text{ Hz.} \\ v = 340 \text{ m/s} \\ v_f = 108 \text{ Km./h} = 30 \text{ m/s} \end{cases}$$

Observe que para obtener el mayor valor de la fracción, el denominador debe llevar el signo menos entre v y v_f .

$$f_0 = 300\text{Hz} \left(\frac{340\text{m} / \text{s}}{340\text{m} / \text{s} - 30\text{m} / \text{s}} \right) = 329\text{Hz}$$

La frecuencia aparente percibida por el observador es de 329 Hz, mayor que la frecuencia de la fuente.



b) La fuente se aleja del observador:

EJERCICIO.

- a) Deduzca la fórmula de la frecuencia, si la fuente se aleja del observador.
- b) Si la fuente se aleja a una velocidad de 72 Km./h, ¿Cuál será la frecuencia percibida por el observador? (Utilice los datos del ejemplo 2).

Tercer Caso. Tanto la fuente productora de ondas como el observador se mueven

a) La fuente y el observador se alejan:



EJEMPLO 3.

Supongamos que el pito de un vehículo emite un sonido de frecuencia igual a 250 Hz. y marcha a una velocidad de 25 m/s. Si un observador se mueve a la velocidad de 54 Km./h, ¿Cuál será la frecuencia del sonido percibido por el observador si fuente y observador se alejan?

Como fuente y observador se alejan, el observador percibirá menos vibraciones y la fórmula será:

$$f_0 = f \left(\frac{v - v_0}{v + v_f} \right) \left\{ \begin{array}{l} f = 250 \text{ Hz.} \\ v = 340 \text{ m/s} \\ v_0 = 54 \text{ Km./h} = 15 \text{ m/s} \\ v_f = 25 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

Observe que para que la fracción de el menor valor, el signo del numerador debe ser negativo y el del denominador positivo. Es como dividir menos dinero entre más personas.

$$f_0 = 250\text{Hz} \left(\frac{340\text{m / s} - 15\text{m / s}}{340\text{m / s} + 25\text{m / s}} \right) = 250\text{Hz} \left(\frac{325\text{m / s}}{365\text{m / s}} \right) = 222.6\text{Hz}$$

La frecuencia aparente percibida por el observador es de 222.6 Hz, menor que la frecuencia de la fuente.



b) La fuente y el observador se acercan:

EJERCICIO.

- a) Deduzca la fórmula de la frecuencia, si la fuente y el observador se acercan.
- b) Si el observador se acerca a una velocidad de 36 Km./h, y la fuente se acerca a una velocidad de 90 Km./h, ¿Cuál será la frecuencia percibida por el observador? (Utilice los datos del ejemplo 3).

De los ejemplos y ejercicios anteriores podemos concluir:

El hecho de percibir una frecuencia distinta a la que realmente tiene una fuente productora de ondas, cuando existe un movimiento relativo entre ésta y un observador constituye el PRINCIPIO DE DOPPLER.

Fue desarrollado por el físico austriaco Christian Doppler (1803 - 1853) y es aplicable no solamente a las ondas sonoras, sino a las ondas electromagnéticas, como las de la luz. Doppler lo aplicó inicialmente para explicar el cambio de color de ciertas estrellas cuando la tierra se acerca o se aleja de ellas.

EJERCICIO.

¿Con qué velocidad debe acercarse un observador hacia una fuente que emite un sonido de frecuencia igual a 700 Hz, para que perciba un sonido de frecuencia igual a 900 Hz? Con base al resultado obtenido y teniendo en cuenta que simultáneamente fuente y observador se alejan, ¿Con qué velocidad debe retirarse la fuente para que el observador también en marcha, escuche un sonido de frecuencia igual a 437.5 Hz?

100 m/s, 50 m/s

Compartimos las soluciones con el Profesor y pedimos asesoría para aclarar las dudas que se presenten.



APLICACIONES DE LA GRABACIÓN, REPRODUCCIÓN DEL SONIDO Y EFECTO DOPPLER

La COMUNICACIÓN permite, además de expresarse con autonomía, desarrollar el pensamiento y relacionarse con los demás, alcanzar con más facilidad los logros propuestos tanto a nivel individual como grupal.

Un logro propuesto puede ser la interpretación y puesta en práctica de las instrucciones para **grabar de un CD o de la radio en un casete.**

Si su colegio tiene una grabadora como la que se muestra:

1. Pulse ■▲ para abrir el compartimiento de CASSETTE e insertar una cinta virgen.

2. Seleccione la fuente de programa que desee grabar.

a. Para grabar del reproductor de CD. Pulse CD e inserte un CD.

b. Para grabar de la radio. Pulse RADIO BAND - AUTO PRESET y sintonice la emisora que desee.

3. Pulse ● para iniciar la grabación (◀ se pulsa en forma automática)

- Para detener la grabación, pulse ■▲
- Para introducir pausas durante la grabación, pulse ||



Sugerencias

- El ajuste del volumen no afectará el nivel de grabación.
- Para obtener resultados óptimos, utilice corriente alterna - tomacorriente como fuente de alimentación para grabar (No utilizarla con pilas)
- Para borrar grabaciones, realice lo siguiente:



1. Inserte la cinta cuya grabación desee borrar.
2. Pulse TAPE.
3. Pulse ●.

Otro logro, a nivel grupal, es relacionar la COMUNICACIÓN con los temas vistos, en una actividad de aplicación:

Cada uno de los integrantes del subgrupo debe preparar una exposición sobre la importancia, en la vida cotidiana, de los siguientes medios de **comunicación**:

Integrante 1: Televisión.

Integrante 2: Radio.

Integrante 3: Telefonía fija y celular.

Integrante 4: Prensa.

Integrante 5: Internet.

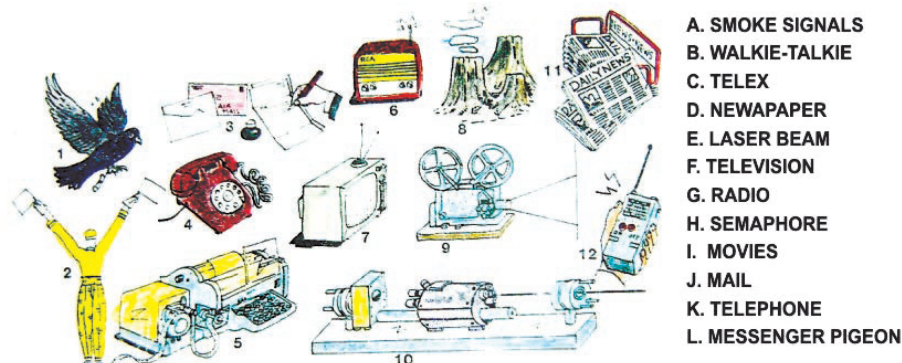
Integrante 6: Otras formas de comunicación.

En la exposición, el Profesor evaluará los siguientes aspectos:

- Tono de voz.
- Vocalización.
- Claridad.
- Gesticulación.
- Intensidad de la voz.
- Utilización de los recursos con que cuenta el colegio: Grabadora (para reproducir su propia voz o la de otras personas que haya entrevistado), micrófono, video-beam, televisor, papelógrafo, tablero,... etc.

Otro logro es tener una visión global sobre la forma como ha evolucionado la **comunicación**:

Tomamos del CRA un juego de PIÉNSALO y resolvemos el siguiente ejercicio.



Compartimos la solución con el Profesor.

Un logro importante es aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas:

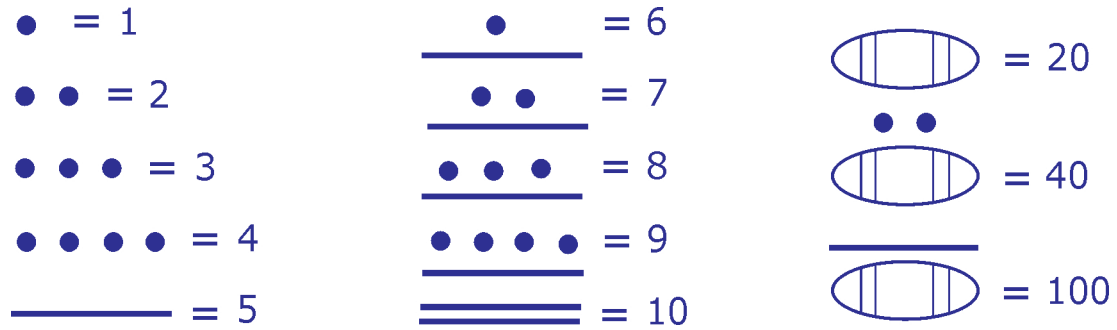
PROBLEMA

Un tren expreso pasa por una estación a una velocidad de 80Km./h haciendo sonar su pito con una frecuencia de 300 Hz. ¿Qué frecuencia percibe una persona que está en la estación cuando el tren se acerca? ¿Cuándo se aleja?



¿DESEA SABER MÁS?

- Para apreciar más las maravillas de Lenguaje no verbal y entender la importancia de la COMUNICACIÓN, consulte los siguientes temas:
 1. El lenguaje escrito de los ciegos.
 2. Las señales de Tránsito.
 3. La numeración Romana.
 4. La simbología Matemática (al menos 20 símbolos).
 5. El Alfabeto MORSE (CLAVE MORSE).
- En la cultura Maya los números se representaban por medio de los siguientes símbolos:



Represente en Maya los siguientes números.

1. 60.
2. 80.
3. 200.
4. 28.
5. 150.

- Consulte la deducción de la fórmula $f_o = f \left(\frac{v \pm v_o}{v \mp v_f} \right)$ correspondiente al Principio de Doppler o EFECTO DOPPLER.

DEMUESTRE RESPETO POR LOS CONCEPTOS EMITIDOS POR LOS DEMÁS Y USE UN LENGUAJE VERBAL CON ALTURA.

ATENCIÓN:

Para el desarrollo de la Guía 1, Unidad 3 se requiere tener a disposición, en el CRA, los siguientes materiales:

- Tres cartulinas tamaño carta con un orificio en el centro.
- Una vela
- Una linterna
- Una cámara oscura
- Elementos de Óptica del Laboratorio: banco óptico y sus componentes.



ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE LA GUÍA

