

Ensayo Didáctico

Basado en la obra:

El saber y los sentidos

Autor:

Óscar Ocampo Cervantes

CDMX, agosto de 2023

Ficha bibliográfica de la obra

- Nombre del autor(es): Eliezer Braun
- Título (y subtítulo) del libro: El saber y los sentidos
- Editorial: Fondo de Cultura Económica
- Lugar: México
- Año: 1999
- Número de páginas: 151

Contenido

I. El saber	5
II. Los sentidos.....	9
Vista	9
Oído	10
Tacto	11
Gusto y olfato.....	12
Otros sentidos	13
III. Propuestas didácticas.....	16
Inicio.....	17
Desarrollo.....	20
Cierre.....	32
Conclusiones	37
Referencias.....	38

Los sentidos y el saber

Inicialmente pensé en dejar como título de este ensayo didáctico el original del libro, aunque desconozco la razón por la cual el autor, Eliezer Braun, lo definió de esa forma, en lo personal, después de leer la obra decidí invertir el orden porque a mi entender uno aprende explorando el mundo a través de los sentidos.

El nacimiento es un evento impactante, la idea de pasar de un universo de penumbra a un espacio lleno de luz que nos ciega, me remite a pensar en la salida de la prisión en la descripción de *El mito de la caverna*, de Platón. La sobreestimulación inicial de la vista, supongo, es un evento traumático del cual, de alguna manera, nos sobreponemos. No solo es el impacto visual, también es el sonido, el oído se estimula de un modo que rompe con lo que percibíamos al estar en el vientre materno y dudo que el llanto al nacer sea una señal de felicidad. El tacto también es de los primeros sentidos en ser estimulados, la clásica nalgada del doctor para estimular al recién nacido debe ser impresionante; aunque en la actualidad hay evidencia de que esto no es necesario ya que hay métodos más seguros y efectivos para ayudar a los recién nacidos a respirar. Existen más sentidos, pero creo que estos son los que más se estimulan al momento de nacer.

Poco a poco, otros sentidos, como el gusto y el olfato, también son estimulados y desarrollados. El sabor de la leche materna es algo que quizá no recordemos, pero, probablemente, sea el primer estímulo del gusto. Lo mismo el olor de mamá, lo seres humanos respondemos instintivamente a ciertos aromas. Seguramente, muchos de nosotros hemos respondido a diferentes estímulos olfativos, que van desde el aroma de alguien que pasa y nos hace volver la mirada al percibirlo, hasta olores desagradables, como cuando pasamos por un basurero, por ejemplo.

Braun enumera otros sentidos más allá de los cinco básicos que aprendemos desde preescolar, como la percepción espacial y del movimiento, la persistencia de la visión, las sensaciones cinéticas, las estáticas, dinámicas e internas.

En este ensayo didáctico me centraré en dos sentidos: la visión y el oído. Esto debido a que son dos contenidos del programa de Física IV, área II, Ciencias Biológicas y de la Salud, del

Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM. En este programa la unidad 1 es Física de la visión y la audición, y abarca 60 horas del curso.

Partiendo de la idea de que la conceptualización de las cosas es fundamental para establecer un diálogo y una comunicación efectiva, iniciaré por desarrollar una de las ideas fundamentales del libro, el saber; para, posteriormente, tratar de comprender cómo la percepción a través de la visión y el oído facilitan el acceso al conocimiento. Finalmente, propondré una serie de actividades prácticas que podrían permitirnos comprender qué son y cuál es la naturaleza de las ondas sonoras y electromagnéticas y su relación con estos dos sentidos, con el fin de entender cómo es que son estimulados, lo cual nos permite interactuar con el medio que nos rodea. También, cómo los sentidos interpretan estas señales y permiten desarrollar conocimiento empírico y, posteriormente, con una base de pensamiento científico, generar conocimiento académico.

I. El saber

Asumiendo el rol de alumno, para tener una idea inicial acerca de qué es el *saber*, consulté tres fuentes a través de internet utilizando el buscador Google, el Chat GPT y el diccionario de la Real Academia Española (RAE), eligiendo solo la página Concepto Definición de los resultados que arrojó el motor de búsqueda.

De acuerdo con la página Concepto Definición, el saber es:

Es un concepto diverso pero que refiere esencialmente a la idea del conocimiento, dependiendo del contexto en el que se utilice puede ser más o menos formal-académico dicho significado.

La etimología de este vocablo proviene del latín «sapere» que significa tener inteligencia, tener buen gusto.

De acuerdo con el Chat GPT:

"Saber" es un término que se refiere al conocimiento adquirido o poseído por una persona. Implica tener información, comprensión o habilidades sobre un tema o área específica. El saber puede ser adquirido a través del estudio, la experiencia, la observación o la investigación.

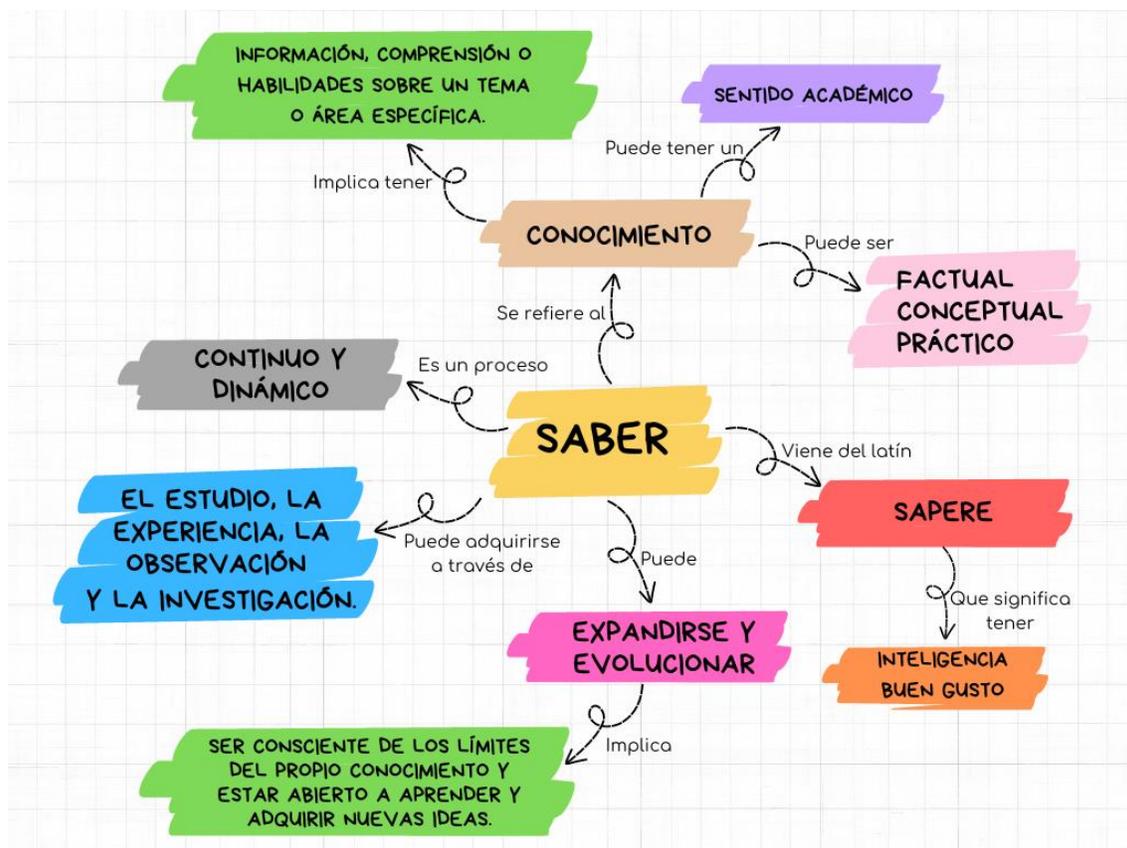
El conocimiento puede ser de diferentes tipos y niveles. Puede ser factual, que se refiere a los hechos y datos objetivos sobre algo. También puede ser conceptual, que implica comprender y tener una idea clara de los conceptos y principios fundamentales de un tema. Además, el conocimiento puede ser práctico, que se adquiere a través de la experiencia directa y la aplicación de habilidades.

El saber es un proceso continuo y dinámico. A medida que las personas aprenden y se exponen a nuevas experiencias, su saber puede expandirse y evolucionar. El saber también implica ser consciente de los límites del propio conocimiento y estar abierto a aprender y adquirir nuevas ideas.

La Real Academia Española define al saber cómo:

Tener noticia o conocimiento de algo. Estar instruido en algo. Tener habilidad o capacidad para hacer algo.

Considerando la información proporcionada por estas fuentes y organizándola en un mapa conceptual, propongo la siguiente representación:



Esta representación será adecuada y suficiente para el desarrollo del presente ensayo.

Más allá de cómo utilicen los alumnos las fuentes de información electrónica, lo importante es que sean capaces de interpretarla, contrastarla, interiorizarla y aplicarla de forma adecuada, lo cual se logra a través de la guía de los profesores.

Un tema aparte es el del Chat GPT y en general la Inteligencia Artificial, que son capaces de generar de forma automática un mapa conceptual e incluso un ensayo sobre cualquier tema, por ejemplo. Sin embargo, decidí usar estas herramientas para demostrar a mis alumnos que el uso de estos recursos no puede, ni debe ser prohibido. Pero deben tener claro que el acceso a la información y el uso de estos recursos por sí mismos, no son sinónimo de aprendizaje y mucho menos de conocimiento, se debe, además de leer, desarrollar la capacidad y habilidad de decodificar e interpretar la información que pueden proporcionarnos. Los recursos digitales son solo una herramienta que, en teoría, solo facilitan el aprendizaje y la adquisición de bases sólidas de conocimiento.

Los seres humanos vivimos inmersos en un universo de *ondas mecánicas* y *electromagnéticas*, de una u otra forma tenemos una idea intuitiva acerca de qué es una onda, pero en cuestiones de ciencia la intuición no es suficiente para definir conceptualmente las cosas. No solo se trata de lo que creemos, sentimos o percibimos de la realidad a través de nuestros sentidos, se busca definir claramente las ideas a través de conceptos, los cuales nos permiten realizar una descripción de los fenómenos lo más precisa posible y apegada a la realidad. Se investiga para ser objetivos, pues la objetividad es un principio fundamental de la ciencia, y por ello, es indispensable demostrar las cosas mediante hechos, apoyándonos en la observación, la medición y el análisis de la información recabada.

Identificar ondas mecánicas suele ser una tarea mucho más sencilla que reconocer a las ondas electromagnéticas. Por ejemplo, estamos familiarizados con el patrón característico de las ondas que se propagan sobre una superficie de agua, las podemos apreciar como círculos concéntricos que se alejan de un punto de perturbación y que se generan cuando arrojamos un objeto que impacta la superficie de un lago o una alberca, por ejemplo. En ciertas regiones de México conocemos los sismos y, probablemente, en algún momento nos hemos enterado de que el sonido es una onda que se propaga a través del aire, sin cuya presencia no podríamos

percibir los sonidos (Si, los sonidos en las películas de batallas interestelares son un engaño, ya que en el espacio exterior no hay aire y por lo tanto no se propagan las ondas sonoras).

¿Qué hay de las ondas electromagnéticas? En realidad, también estamos familiarizados con ellas, sobre todo en el contexto contemporáneo pues mucha de la tecnología que empleamos funciona con base en el conocimiento de su naturaleza y en el manejo de ellas a través de la tecnología, la cual nos permite desarrollar diversas tareas, por ejemplo, los teléfonos inteligentes y sus recursos, las señales de radio y televisión, la señal de los módems y las microondas de un horno, entre otras aplicaciones.

Desde que nacemos estamos en contacto con las ondas electromagnéticas, quizá la primera de ellas con la cual nos familiarizamos al llegar a este mundo sea la luz. El impacto del cambio en la percepción de la intensidad luminosa al nacer debe ser indescriptible, pues, literalmente, se ha hecho la luz para el recién nacido, se ha creado un universo dentro de otro. Quizá de ahí provenga la expresión “Dar a luz”.

El estudio de la luz ha sido fundamental para la plena comprensión de la naturaleza de las ondas electromagnéticas. Es por ello, que en los cursos de Física partimos del estudio de la luz como fenómeno óptico, es decir, analizamos algunos de los efectos que podemos apreciar directamente a través de la vista. Esto es importante, ya que a pesar de que existen diferentes tipos de ondas electromagnéticas no las podemos apreciar de manera directa, como la luz ultravioleta, las microondas, los rayos gama, la radiación infrarroja, etcétera. Aun cuando a través de la piel podemos percibir la radiación infrarroja, que es aquella que sentimos como calor cuando nos exponemos a los rayos solares, analizarla cuantitativamente, es decir, cuantificando o midiendo algunas de sus propiedades, será indispensable si lo que deseamos es estudiarla objetivamente. Si solo pensáramos en utilizar nuestros sentidos sería imposible caracterizarla y saber científicamente sobre su comportamiento, por ello recurrimos al uso de tecnología que nos permitirá “observarla” de forma indirecta y cuantificarla mediante el uso de diferentes instrumentos.

Para facilitar el aprendizaje y la comprensión de fenómenos físicos, generalmente se parte de la descripción más simple e idealizada del sistema bajo observación. Así, si logramos comprender algunas ideas básicas sobre la luz y el sonido, se facilitará la comprensión de su naturaleza, características y comportamiento, y cómo interactúan con nuestros sentidos para

facilitar la comprensión del universo, entendiendo por universo no solo lo que hay más allá de nuestro planeta, sino también el medio físico que nos rodea y a través del cual, al interactuar con él, adquirimos nuestros primeros aprendizajes.

II. Los sentidos

A partir de la lectura de *El saber y los sentidos*, replanteé algunas de mis ideas en relación con su función y me enteré de que hay más sentidos de los cinco básicos que aprendemos desde preescolar. Como profesor de física, mi interés se centró en cómo este libro sirve de apoyo al aprendizaje y logro de los objetivos del programa de la materia Física IV, área de las ciencias biológicas y de la salud. Pues coincide con los dos principales contenidos a desarrollar en la unidad 1, que es prácticamente la mitad del curso. De ahí la valía e interés por esta obra.

Con base en la descripción de Eliezer Braun, asocié a cada sentido algunos estímulos físicos que han sido estudiados desde hace tiempo. A continuación, enunciaré algunas ideas que considero son fundamentales para la comprensión y aprendizaje sobre la relación de diversos estímulos y su efecto sobre los sentidos.

Vista

Este sentido depende fundamentalmente de la presencia de la luz visible, la cual es una onda electromagnética. No siempre el ojo funciona de forma adecuada, aun siendo joven se pueden presentar algunos problemas, y con la edad las deformaciones físicas del globo ocular causarán problemas de visión, también algunas enfermedades, como la diabetes, debilitarán este sentido.

El estudio del ojo ha permitido desarrollar tecnología que contribuye en la mejoría de la calidad de vida, las aplicaciones tecnológicas van desde el simple uso de lentes hasta intervenciones quirúrgicas que permiten recuperar la visión total o parcialmente, actualmente se plantea el uso de prótesis basadas en tecnología digital. De acuerdo con el documental *Generación de miopes*, del canal de noticias internacionales de Alemania *Deutsche Welle*, en Singapur, dos de sus cinco millones de habitantes padecen de miopía, de los cuales 500 mil padecen miopía severa. Siendo este el país más afectado de Asia, el continente con el mayor número de personas miopes. Estos números no solo causaron alarma en la región, pusieron en alerta a la

comunidad científica internacional, pues, literalmente, son cifras de epidemia (Deutsche Welle, 2017).

¿Cómo se llegó a esta situación? Este problema se detectó al inicio de la década de 2010, al investigar, se descubrió que la causa no era un virus, ni una bacteria, sino la falta de luz natural, lo cual causa la deformación del ojo, dando como resultado la miopía. En Asia, el creciente número de personas miopes se relaciona con la presión educativa y el estilo de vida, que ha llevado a que los niños pasen poco tiempo a la intemperie (Morgan, 2012). Diversos estudios muestran evidencia de que los sentidos deben ser estimulados por el ambiente para cumplir su función de forma adecuada. Las proyecciones estiman que, si las personas no salen a espacios abiertos, para 2050 podría haber alrededor de mil millones de personas que podrían, prácticamente, perder la vista.

Por otra parte, el estudio y desarrollo de lentes ha permitido resolver no solo problemas de visión, su aplicación se ha traducido en herramientas que nos permiten ver cosas más allá de lo que la simple vista nos permitiría, así, se han desarrollado microscopios, que nos han permitido saber del universo microscópico orgánico e inorgánico. También telescopios, que han permitido comprender la naturaleza del Sistema Solar, su organización y verificar qué es lo que determina su orden. Las lentes también son fundamentales en sistemas de tecnología digital, por ejemplo, la basada en el uso de láseres, como los lectores de discos que contienen información digitalizada.

Oído

La comprensión acerca de cómo viaja el sonido a través del aire y las ondas sonoras llegan al oído es algo fundamental si se quiere entender el funcionamiento del sistema mecánico y nervioso que permite traducir e interpretar las ondas sonoras, esto nos permite comprender por qué reaccionamos de manera instintiva a ciertos estímulos auditivos. Por ejemplo, cuando caminamos por una calle y escuchamos el rechinar de llantas al frenar violentamente un vehículo, este sentido nos alerta del peligro que ello podría implicar y se dispara una señal de alerta, que hace que nos pongamos a la defensiva.

El oído permitió a nuestros antepasados sobrevivir al ataque de fieras, pues al escuchar algunas señales auditivas que podrían significar una amenaza se pasaba a un estado de alerta y a la defensiva. Así, al desarrollar algunas armas para defendernos de los depredadores, nuestra especie dominó ambientes hostiles y aseguramos la supervivencia.

En la actualidad, como ha ocurrido con la visión, uno de los sentidos que más hemos descuidado es el oído. El uso excesivo de audífonos no permite que percibamos otros sonidos que estimulan este sentido, lo cual podría poner en riesgo la vida misma. Por ejemplo, no es buena idea viajar en bicicleta haciendo uso de audífonos, pues el sonido de un claxon, un grito o un rechinado de llantas, podrían advertirnos de ciertos peligros.

Como se describe en el documental *El oído, un supersentido*, el oído es un radar que nos permite inspeccionar el ambiente. El oír nos da, además, una sensación de espacio y distancia a nuestro alrededor todo el tiempo. Al aislarnos, no le permitimos al oído resistir el ambiente al que debiera estar expuesto y tampoco le permitimos orientarnos, por ejemplo. Cabe recordar que la interacción social se da también a través de este sentido y, en la actualidad, podemos apreciar casi en cualquier lugar, que las personas se aíslan de diversas formas, con los riesgos que ello implica.

Al igual que en el caso de los ojos, los científicos se han preocupado por los daños y las enfermedades de este sentido y han desarrollado algunas alternativas para recuperarlo total o parcialmente, las cuales van desde los audífonos hasta aplicaciones que hacen uso de nuevas tecnologías, entre las cuales podemos mencionar a los implantes cocleares eléctricos y la audición a través de la luz, esta última aún en desarrollo (Deutsche Welle, 2021).

Tacto

Nuestra piel es quizá el sentido más amplio y a través de ella respondemos a estímulos del exterior, como la presión, que es consecuencia de la interacción electromagnética de los átomos que forman nuestra piel y los que constituyen a los objetos que nos rodean, lo que percibimos como presión no es más que la fuerza de repulsión entre los electrones externos.

Nuestra piel también nos permite responder a sensaciones térmicas, coloquialmente hablamos de tener frío o calor, por ejemplo. El estímulo del medio permite reaccionar para sudar y mantener estable la temperatura corporal en un día caluroso o temblando y desechando agua, en forma de orina, en un ambiente frío.

La extensa red de nervios conectados a la piel nos permite reaccionar también al dolor, como cuando nos cortamos o nos quemamos, el primer instinto es alejar de la zona de peligro la extremidad afectada, lo hacemos sin pensarlo, actuamos instintivamente.

Gusto y olfato

La boca y la nariz son dos órganos que cumplen funciones diferentes, pero que, en algunos casos, están estrechamente ligados. Por ejemplo, cuando padecemos una gripe intensa no percibimos el aroma de los alimentos y tampoco percibimos su sabor. Para percibir aromas es necesario que ciertas sustancias químicas se difundan a través del aire y lleguen a nuestra nariz, en donde se llevarán a cabo procesos de interacción química que traducirán a una señal eléctrica la información que el cerebro decodificará y nos permitirá saber si un olor es agradable o desagradable. Así, por ejemplo, salivaremos al aspirar el aroma de un alimento que nos agrada o huimos de algún lugar si percibimos olores desagradables, como el de los marcadores que ponen al gas que usamos para cocinar. El olfato también nos proporciona información sobre el medio que nos rodea y puede salvarnos la vida. Si nos aislamos y no nos exponemos al ambiente para recibir información de ciertos aromas y además desconocemos lo que podrían implicar, estas señales no servirán para nada a algunas personas.

Quizá hayas notado también que el olfato nos permite incluso reconocer a algunas personas, de hecho, hay quienes aceptan haberse enamorado de alguien por el aroma que percibieron al tener un encuentro cercano, lo cual detona diversas reacciones bioquímicas que nos llevan a querer percibir su aroma continuamente.

El gusto también nos permite percibir señales de peligro, pues, como seguramente lo has experimentado en carne propia, hay sabores que nos indican que eso que hemos llevado a la boca, quizá no debiera ser tragado, como cuando un alimento se ha descompuesto. Pero cuando los sabores son agradables, el cuerpo detona otras sensaciones, que pueden ser placenteras. Y quien ha besado, sabe que la boca también detona sensaciones que no necesariamente estarán ligadas al gusto.

Otros sentidos

Braun menciona que existen otros sentidos, entre los cuales cita a la percepción espacial y de movimiento, la cual está asociada a la vista el oído y el tacto, por ejemplo. La persistencia de la visión, evidentemente asociada al ojo, podríamos describirla de manera sencilla como esa sensación que tenemos de seguir viendo un objeto que ya no está frente a nosotros, pero hace algunos segundos lo estaba. Es común que tengamos la sensación de haber hecho mentalmente una revisión rápida de algo que en su momento no percibimos conscientemente y de pronto aparece la imagen en nuestra mente, así, procesamos nuevamente esta información para reafirmar o modificar nuestras reacciones.

También se enumera a las sensaciones cinéticas, estáticas y dinámicas, las cuales están asociadas a otros sentidos, estas nos permiten no solo orientarnos, sino también procesar información acerca de qué está pasando con nuestro cuerpo. Por ejemplo, si nos vendaran los ojos y de algún modo se hiciera variar la posición de nuestro cuerpo respecto a la superficie terrestre, podríamos saber si estamos acostados en diagonal o en posición paralela a la superficie del planeta, aquí la atracción gravitacional juega un papel determinante. Lo mismo sucede con el movimiento o el estado de reposo al percibir ciertos estímulos y sensaciones, aun con los ojos cubiertos y sin escuchar absolutamente nada, podríamos saber si nos movemos o no, y si el movimiento es acelerado, con velocidad constante o velocidad cero, y, respecto a nuestro cuerpo, en qué dirección nos desplazamos.

Las sensaciones internas también están ligadas a otros sentidos, como ejemplo de ellas podemos mencionar el vértigo que sentimos al subirnos a algunos juegos mecánicos, como la montaña rusa o la rueda de la fortuna. Otro ejemplo es la respuesta del sistema digestivo al ser estimulado a través del gusto y el olfato, pues reaccionará salivando y preparando al estómago para digerir lo que le hagamos llegar. Podríamos pensar en situaciones en las cuales, aun percibiendo ciertas sensaciones que nos indican que la acción que estamos por llevar a cabo representa ciertos riesgos, hacemos caso omiso y salimos lastimados, aprendemos a veces por ensayo y error y de mala manera, algunas personas llaman a esta percepción sexto sentido. El cual quizá solo sea el resultado de la interacción entre diversos sentidos, la experiencia, la reflexión y, lo más importante, el sentido común, al cual podríamos definir como la

capacidad que logran desarrollar algunas personas para juzgar razonablemente las situaciones de la vida cotidiana y tomar decisiones acertadas.

Las personas somos una compleja máquina mecánica y bioquímica que no solo responde a los estímulos físicos, sino también a otras sensaciones que se detonan bioquímicamente y contribuyen a que nuestra vida sea más llevadera, de ahí la importancia de comprender cómo es que los sentidos contribuyen a mejorar nuestra calidad de vida, si no hay estímulos positivos en ellos, se corre el riesgo de perderse diversas experiencias que pudieran ser sumamente placenteras, como la felicidad, por ejemplo.

En la actualidad, al estar sobreexpuestos a estímulos a través de las tecnologías digitales, nuestros sentidos se han visto debilitados, principalmente la vista y el oído, por la interacción a corta distancia con las pantallas y el uso excesivo de audífonos a un volumen poco moderado. Las nuevas generaciones podrían llegar a tener serios problemas de visión y audición si no son conscientes del riesgo al que se encuentran expuestos. Pero, más allá de los efectos sobre los sentidos, el mayor problema radica en el desconocimiento de la realidad, al no estar expuestos al ambiente externo que les rodea, niños y jóvenes no reciben suficientes estímulos físicos, ni información que los sentidos procesan. Para las nuevas generaciones la interacción con el medio físico es completamente diferente al que hemos vivido las generaciones anteriores. Desde mi punto de vista, el mayor peligro radica en el desconocimiento de la realidad, por una parcial o casi total, en los casos más serios, desconexión y aislamiento del ambiente y de convivencia con otras personas.

Los seres humanos aprendemos cuando nuestros sentidos son estimulados al interactuar con el medio físico y al socializar con otras personas, pero también al leer, al reflexionar, al comer, al escuchar e incluso al abrazar, las sensaciones que estos ejercicios detonan nos permiten percibir la realidad de un modo que no es posible cuando estas acciones se convierten en simples hechos monótonos.

Cuando tenemos hambre, el olor a comida hace reaccionar órganos internos y salivamos, así nuestro estómago recibe la señal de que es momento de prepararse, pues será provisto de alimentos, esta estimulación favorecerá el proceso de digestión, la cual será más eficiente. Debido a ello, debemos ser conscientes de la importancia del acto de comer, pues muchas veces lo menospreciamos. El simple hecho de estar al pendiente de una pantalla no nos

permite percibir la variedad de sabores y aromas de los alimentos, se piensa incluso que, el no concentrarnos en este acto, es origen y causa de algunos problemas de digestión y de la sensación de insatisfacción.

Hasta aquí he dado cuenta de la importancia de los sentidos y el papel que juegan al recibir información del medio que nos rodea, la importancia del procesamiento de ésta y cómo ello nos permite aprender con base en la experiencia, así, obtenemos una base de conocimiento empírico, pero esto no es suficiente si se desea tener una percepción más clara, precisa y completa de eso que llamamos realidad.

Los sentidos también son el medio de interacción para acceder a otras formas de aprendizaje, como el formal, al cual, generalmente, llegamos a través de la escuela. El desarrollo del pensamiento científico es fundamental para procesar la información a través del uso de diversas herramientas que facilitan el ver más allá de lo que nuestros sentidos nos permiten percibir. Al aprender de esta forma también desarrollamos la capacidad de interpretar con otros lenguajes la realidad, como en el caso de las matemáticas, muchas de las cosas en ciencias se analizan e interpretan a través de ecuaciones, modelos matemáticos y su representación gráfica. Esto nos permite visualizar una realidad que es mucho más compleja de la que percibimos en primera instancia. Si no estimulamos nuestros sentidos exponiéndolos al ambiente natural y el entorno social, el acceso a otras formas de aprendizaje será más difícil y se convertirá en un proceso que, más que un goce, representará un sufrimiento.

III. Propuesta didáctica

La propuesta didáctica abarcará tres momentos en el proceso de enseñanza y aprendizaje: inicio, desarrollo y cierre, las cuales el profesor podrá adaptar de acuerdo con lo que pide el programa de la materia y la disponibilidad de recursos. Para lo cual propondré la inclusión de diferentes enfoques y estrategias de enseñanza, como el aula invertida, la enseñanza STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, por sus siglas en inglés), así mismo, haré énfasis en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)¹. Obviamente, no es obligatoria la aplicación de todas las propuestas, esto es muy difícil, las presento como una especie de menú, del cual cada profesor puede hacer uso de las que estén a su alcance o esté convencido de que le serán de utilidad en el logro de los aprendizajes. También he incluido algunas actividades de autoevaluación de los logros y aprendizajes, que los alumnos podrán realizar en línea. Así mismo presento la propuesta de algunas rúbricas de evaluación.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

¹ Figura 1, fuente:

https://www.cepal.org/sites/default/files/styles/content_big/public/static/images/e_2018_ods_poster_with_un_emblem_es.png?itok=W-St5YlJ

Como la física es una ciencia experimental, también he incluido una serie de actividades prácticas que se pueden desarrollar ya sea en el aula, en el laboratorio, o mejor aún, en espacios abiertos, con materiales que pueden ser de fácil adquisición.

Dado que la tecnología ha desarrollado diversas herramientas y recursos que podrían facilitar la comprensión de algunos fenómenos físicos y de los conceptos que los describen, he incluido una serie de simuladores y aplicaciones que podrían facilitar el aprendizaje de los contenidos relacionados con los sentidos de la vista y el oído. Algo que es importante aclarar y tener presente es que las aplicaciones y simuladores propuestos, son todos gratuitos y de libre acceso.

Inicio

1. Como inicio de los temas *El oído como instrumento de audición* y *El ojo como instrumento óptico*, se sugiere la revisión de los documentales *El oído, un supersentido* y *Generación de miopes*. Los cuáles no solo describen de forma general la importancia de estos sentidos, sino, además, dan una descripción adecuada para comprender cómo es que los científicos llevaron a cabo el desarrollo de sus investigaciones y el impacto de sus descubrimientos. En este caso, se recomienda llevar a cabo una discusión grupal dirigida por el profesor, en la cual se podrían discutir, por ejemplo, algunos de los siguientes tópicos:

- El impacto de algunos hábitos sobre los sentidos.
- El trabajo de los profesionales de la salud y su relación con la sociedad.
- La importancia de la investigación científica y la difusión del conocimiento.
- Observaciones precisas sobre la metodología y lo sistemático de los estudios realizados.
- Consecuencias y efectos sobre la sociedad derivados del creciente número de personas afectadas y cómo revertirlos.

Al final, se podrían enunciar algunas conclusiones y elaborar una reflexión grupal o individual. Este ejercicio podría servir para reafirmar el gusto de los alumnos por el área de estudio que han elegido o, si es necesario, replantear sus intereses.

Los vínculos a los videos son:

El oído, un supersentido: <https://youtu.be/AKNTwfpYumE>

Generación de miopes: <https://youtu.be/8HGPDb744Uk>

2. Para la aplicación de lo que se conoce como aula invertida en español o *flipped classroom* en inglés, se propone que, previo al inicio del desarrollo de algún tema, el profesor sugiera la lectura del libro *El saber y los sentidos*, de Eliezer Braun.

En primera instancia, del capítulo IV. La vista (Páginas 11 a 64), del cual se irán dosificando los subcapítulos: ¿Qué es la luz?, ¿Qué es el color?, Formación de imágenes, El ojo humano, Formación de imágenes en el ojo, La retina y Algunas ilusiones ópticas. La dosificación se llevará a cabo en función de la planeación y programación de acuerdo con los contenidos a desarrollar.

Posteriormente, también de acuerdo con lo planeado, se dará inicio con la lectura del capítulo V. El oído (Páginas 64 a 99). Dosificando los subcapítulos ¿Qué es el sonido?, El sonido y el oído humano, Algunos fenómenos físicos, El oído humano, ¿Cómo funciona el oído? y Hablar y oír.

Se sugiere que el alumno tome nota de los principales conceptos e ideas y elabore organizadores gráficos como mapas conceptuales o mentales e infografías, para recuperar en clase el contenido de las lecturas. Así mismo, se debe recomendar que anote sus dudas para que sean resueltas en clase.

Obviamente, para tener claridad en cómo se debe dosificar la lectura y adecuarla a los propósitos del curso, el profesor debe conocer la obra. La dosificación se lleva a cabo con dos propósitos, adecuarla al avance programático y motivar a los alumnos a leer, pues desafortunadamente, la mayoría de ellos difícilmente lee textos extensos.

3. También, como actividad de aula invertida, se puede pedir a los alumnos que revisen el video *¿Qué onda con la onda?* Para recuperar algunos de los conceptos básicos relacionados con el tema. Se sugiere tomar notas y elaborar un organizador gráfico que sintetice la información, para recuperarla y utilizarla en la clase, sin olvidar anotar las dudas. Este video se encuentra disponible en:

<https://youtu.be/ANdNnmsiYts?list=PLejRjapaL9BmztNnAlpQAYAW2IRy716Vx>

4. Ya en la clase, se sugiere que el profesor dé inicio con el planteamiento de preguntas detonadoras que lleven al alumno a reflexionar sobre el tema con base en la información de la cual disponga en ese momento, puede apoyarse en los organizadores gráficos a través de los cuales sintetizó la información de las lecturas y el video.

A continuación, presento algunas propuestas y ejemplos de preguntas detonadoras:

- ¿Qué papel juegan la vista y el oído en el aprendizaje?
- ¿Una persona sordomuda puede aprender?
- ¿Cuántos y cuáles son los sentidos que tenemos los seres humanos? ¿Qué papel juegan en la vida diaria?
- ¿Es posible escuchar sonidos en el espacio exterior?
- Para una persona invidente, sorda y sordomuda, ¿Cuáles serán los sentidos que le permitirán aprender e interactuar con el medio que les rodea?
- ¿Es posible escuchar debajo del agua o a través de las paredes? Considerando que se debe responder por qué sí o por qué no.
- ¿A qué se refieren cuando se dice que las paredes oyen y hablan?
- ¿Qué pasa cuando los sentidos no son expuestos a los estímulos que los hacen cumplir su función?

Se recomienda que, a partir de la participación voluntaria, los alumnos den a conocer sus respuestas. Otra alternativa es una lluvia de ideas, a través de la cual se puede organizar la información proporcionada para obtener las respuestas a cada pregunta.

Desarrollo

Para el desarrollo de la clase teórica se puede retomar la información de las lecturas, en este caso, me centraré más en la propuesta de actividades experimentales y a través del uso de simuladores y aplicaciones, para complementar la clase expositiva.

Para las actividades prácticas 1 y 2, se sugiere que los alumnos trabajen en equipos y entreguen un reporte escrito.

Propuesta 1. Propiedades de las ondas (Simulador)

Objetivo

Identificar y caracterizar ondas mecánicas mediante el uso de un simulador.

Introducción

Las ondas mecánicas son un mecanismo de transferencia de energía, estas se propagan radialmente desde un punto de perturbación, como cuando se arroja una piedra a una superficie de agua, por ejemplo (Figura 2)². A partir de ese punto la energía se transfiere entre las partículas que forman el sistema en círculos concéntricos que se alejan del punto de perturbación.

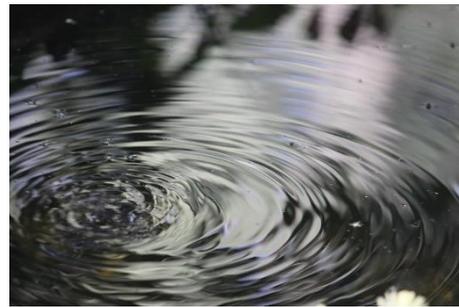


Figura 2. Patrón de ondas propagándose sobre una superficie de agua.

Una condición para que las ondas se propaguen es que el medio a través del cual se transfiere la energía sea elástico, una vez que se disipa la energía, recupera su forma original. En una superficie de agua que se encuentra en equilibrio podemos observar una línea horizontal, al ser perturbada es posible ver el perfil característico de una onda, al disiparse por completo la energía, nuevamente observaremos la línea horizontal.

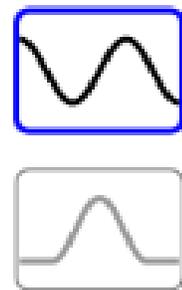


Figura 3. Captura de pantalla del simulador “Ondas: Intro”.

² Fotografía propiedad del autor. Imagen de libre distribución, proyecto Pixabay. Disponible de forma gratuita en: pixabay.com/es/photos/ondas-agua-energía-2616052/

Material

- Computadora o dispositivo móvil con conexión a internet.
- Simulador “Ondas: Intro” (<https://bit.ly/30V62Zh>)
- Calculadora
- Cuaderno

Desarrollo experimental

1. Abre el simulador y elije el sistema de simulación Agua, a continuación, elije vista lateral, tren de ondas (la otra opción es pulso, ver figura 3)³.
2. Puedes elegir entre la opción de reproducción de la simulación Normal o Lento. Aunque se recomienda sea lento para observar con mayor precisión qué ocurre.
3. En la parte superior derecha hay un conjunto de tres herramientas, una cinta medidora, un cronómetro y un sensor del nivel del agua. Debajo, hay un control de la frecuencia y la amplitud, así como un cuadro de activación para la presentación de la gráfica del comportamiento de la onda.
4. La cinta métrica te permitirá medir la longitud (λ) y la amplitud de la onda (A), el cronómetro te servirá para determinar la frecuencia de la onda (f) y a partir de este dato obtener el periodo (T). Para facilitar la toma de datos pausa la simulación.
5. El sensor de nivel de agua permitirá observar gráficamente la variación del nivel en función del tiempo, para dos puntos diferentes sobre la superficie, para ello, debes colocar los sensores sobre la línea de equilibrio. Esta herramienta muestra gráficamente como ocurre la superposición de ondas al variar la distancia de separación entre dos puntos.
6. Antes de iniciar la toma de datos, experimenta con las herramientas para aprender más sobre su uso, también varía la frecuencia y la amplitud.
7. Utilizando el sensor de nivel de agua has coincidir dos crestas o valles para observar dos ondas en fase (interferencia constructiva), en este punto la distancia entre dos valles o dos crestas es mínima, y mide la distancia de separación entre los sensores. Posteriormente, separa los sensores hasta obtener la gráfica de dos ondas fuera de

³ Captura de pantalla del simulador “Ondas: Intro”. Disponible en:
https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_all.html?locale=es

fase (interferencia destructiva), es decir, cuando la distancia de separación entre dos valles o dos crestas es máxima, nuevamente, mide la distancia de separación entre los sensores. Para cada caso, toma una captura de pantalla para presentar la gráfica en el reporte.

8. Con base en la información que se proporciona en el cuadro de resultados, mide y completa la información, la cual será fundamental para el reporte. Reporta los datos en unidades del Sistema Internacional.

Resultados

Variando la frecuencia y utilizando la cinta métrica y el cronómetro, determina en periodo, la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda. Registra los resultados obtenidos en la tabla siguiente.

Frecuencia	Amplitud	λ (m)	A (m)	T (s)	f (Hz)	v (m/s)
Mínima	Mínima					
	Media					
	Máxima					
Media	Mínima					
	Media					
	Máxima					
Máxima	Mínima					
	Media					
	Máxima					

Análisis

Con base en los resultados obtenidos contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Qué pasa con la longitud de onda (λ) al aumentar la frecuencia (f)? ¿Qué relación hay entre estas variables?
2. ¿Qué pasa con la gota al aumentar la amplitud en el control?
3. ¿Qué relación hay entre el tamaño de la gota y la amplitud?
4. ¿Qué pasa con la frecuencia al aumentar o disminuir la amplitud? ¿Qué relación hay entre estas variables?
5. ¿Cómo varía el periodo al cambiar la frecuencia? ¿Qué relación hay entre estas variables?
6. ¿Qué pasa con la amplitud y la longitud de la onda al alejarse del punto de perturbación?

7. ¿Cómo varía la velocidad al cambiar la frecuencia?
8. ¿Cómo es la distancia de separación entre los dos puntos sobre la línea de equilibrio cuando se tienen dos ondas en fase y fuera de fase? ¿Qué relación hay entre esta distancia y la longitud de onda?

Conclusiones

Escribe las conclusiones con relación a las características más relevantes de esta experiencia y con base en el propósito de esta.

Referencias

Incluir al menos tres libros que se hayan consultado para realizar el reporte de la práctica, reportar las referencias utilizando el formato de la *American Psychological Association* (APA).

Objetivos de Desarrollo Sostenible: esta actividad implica el objetivo 4. Educación de calidad.

Enfoque STEAM

Ciencia	Tecnología	Ingeniería	Arte	Matemáticas
Conceptos relativos a las propiedades y características de las ondas.	Uso de simuladores para la comprensión de fenómenos físicos.	Desarrollo de software para la simulación de fenómenos físicos, en este caso desde el conocimiento del uso de la herramienta, no del desarrollo de esta.	Se podría proponer al alumno tomar fotografías de ondas en diferentes sistemas, para apreciar el fenómeno desde otra perspectiva.	Comprensión sobre el uso de modelos que permiten describir a las ondas y modelarlas matemáticamente, así como su representación gráfica a través del uso de simuladores.

Como habrá podido apreciarse, este simulador también nos permitirá experimentar virtualmente con las propiedades del sonido y la luz. Por lo cual, esta propuesta puede adaptarse para desarrollar actividades con ondas sonoras y electromagnéticas.

Propuesta 2. Identificando las características del sonido (Apps)

Como toda onda mecánica, el sonido requiere de un medio físico para su propagación, sin el cual sería imposible su transmisión. En el espacio exterior no puede haber sonido debido a la ausencia del aire (Figura 4)⁴, elemento a través del cual podemos percibirlo en la atmósfera gaseoso terrestre, sin embargo, este también puede propagarse a través de sólidos y líquidos, modificando sus propiedades en función de las características del medio de propagación.



Figura 4. Debido a la ausencia de aire en el espacio los astronautas deben comunicarse por señas y mediante sistemas de telecomunicación de ondas electromagnéticas.

Así que todos esos sonidos de explosiones, naves desplazándose a gran velocidad e incluso gritos en el espacio que has visto en algunas películas de ciencia ficción, son solo ficción, por no decir un engaño.

Las ondas sonoras son perceptibles a través del oído, podemos identificar algunos sonidos por su tono y timbre, pero ¿será posible identificar otras propiedades de las ondas sonoras?

Objetivo

Analizar cualitativa y cuantitativamente las características de las ondas sonoras haciendo uso de dos aplicaciones para dispositivos móviles y PC.

Recursos:

Para desarrollar esta actividad harás uso de las siguientes aplicaciones:



Simple tone generator



Oscilloscope

⁴ Imagen de libre distribución, proyecto Pixabay. Disponible de forma gratuita en: <https://pixabay.com/es/photos/astronauta-traje-espacial-espacio-11080/>

Instrucciones

1. Inicien la aplicación *Simple tone generator* y opriman la tecla *Center*, posteriormente opriman la tecla *Play* y escucharán un tono de 440 Hz de frecuencia. En el menú correspondiente se presentan 4 tipos de onda, elijan la opción de onda senoidal, primera opción (figura 5)⁵.

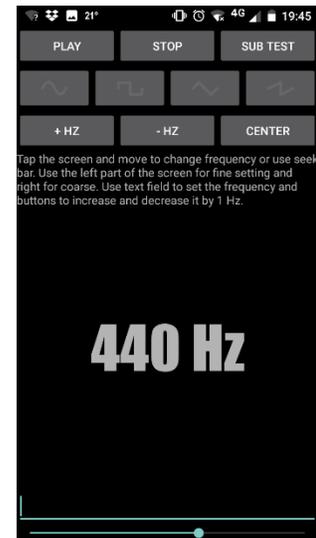


Figura 5. Captura de pantalla de la aplicación *Simple tone generator*.

2. Activen la aplicación *Oscilloscope* y exploren el menú de opciones, pueden trabajar en uno o dos canales, en este caso no es necesario activar la opción 2Ch. La opción *Trig*, les permite mantener una onda estacionaria, la opción 1/2/4/8 permite dividir la frecuencia (observen cómo cambia la escala en la parte inferior). Al tocar la lateral derecha de la pantalla al ascender o descender controlando con el dedo pueden variar la escala de la amplitud y al tocar el resto de la pantalla con un toque, pueden congelar la onda (*Hold*), esto les permitirá obtener una captura de pantalla (figura 6).

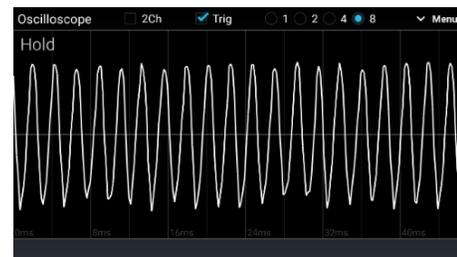


Figura 6. Captura de pantalla de la aplicación *Oscilloscope*.

3. Para obtener un resultado adecuado busquen un espacio libre de ruido intenso, de preferencia realicen la actividad en un espacio cerrado. Con el tono de 440 Hz sonando, acerquen el osciloscopio y observarán la onda generada, cuando se mantenga estable realicen una captura de pantalla.

Ubiquen en dónde se encuentra la bocina y el micrófono de cada dispositivo para acercarlos y obtener una mejor imagen.

4. Activen la función *Hold* y realicen una captura de pantalla.
5. Cambien la frecuencia a 300 Hz y repitan el procedimiento, una vez realizada la captura de pantalla cambien a 580 Hz y obtengan la captura de pantalla del osciloscopio. No olviden que mantener las condiciones de operación es fundamental para realizar una comparación bajo las mismas condiciones de las ondas generadas.
6. Transfieran las imágenes a la PC y agrúpenlas de menor a mayor frecuencia en un documento de Word.

⁵ Las figuras 5 y 6 con capturas de pantalla de las aplicaciones *Simple tone generator* y *Oscilloscope*.

7. Calculen el periodo de cada onda y con base en la escala representada en la parte inferior de la imagen para cada onda comparen el valor calculado y el medido.
8. En una hoja de papel milimétrico grafiquen la frecuencia (eje x) contra la longitud de onda (eje y), si así lo desean pueden agregar más puntos. Tracen la línea de tendencia y obtengan la ecuación que representa a cada onda.
9. Para comprender algunos conceptos relacionados utiliza los siguientes video y simuladores:



Ondas acústicas
(Simulador)



Onda en una cuerda
(Simulador)

Análisis

1. ¿Cómo es la longitud de onda de la onda grave en comparación con la del tono medio y el agudo?
2. ¿Qué relación hay entre la amplitud de la onda y el tono?
3. ¿Qué representan los valores que se muestran en la parte inferior de gráfica (ms)?
4. ¿Hay semejanza entre los valores de periodo calculados y los medidos directamente entre las imágenes obtenidas con el osciloscopio?
5. ¿Qué ventajas tiene el uso de instrumentos de observación y medición de magnitudes físicas que no se aprecian con los sentidos simples?
6. ¿Qué representa la pendiente de la gráfica f vs λ ?
7. Con base en la ecuación que describe a cada onda, contesta
8. ¿Cuál es la velocidad de propagación para cada onda?
9. ¿Cuánto tiempo le llevará a cada onda recorrer un kilómetro?
10. ¿Qué distancia recorrerá cada onda en un minuto?

Conclusiones

Escribe las conclusiones con relación a las características más relevantes de esta experiencia y con base en el propósito de esta.

Referencias

Incluir al menos tres libros que se hayan consultado para realizar el reporte de la práctica, reportar las referencias utilizando el formato de la *American Psychological Association* (APA).

Objetivos de Desarrollo Sostenible: esta actividad implica los objetivos 3. Salud y bienestar, pues será la base para comprender el efecto de algunos sonidos sobre el oído y 4. Educación de calidad.

Enfoque STEAM

Ciencia	Tecnología	Ingeniería	Arte	Matemáticas
Propiedades y características de las ondas sonoras.	Uso de simuladores para la visualización de las propiedades de las ondas sonoras.	Desarrollo de software para la simulación de fenómenos físicos, en este caso desde el conocimiento del uso de la herramienta, no del desarrollo de esta.	Esta actividad pie para hablar sobre algunas características del sonido, como timbre y tono, fundamentales en la música.	Comprensión sobre el uso de modelos que permiten describir a las ondas y modelarlas matemáticamente, así como su representación gráfica a través del uso de simuladores.

Propuesta 3. Evaluando el estado de nuestros oídos (App)

De acuerdo con la información proporcionada por el desarrollador de la aplicación, esta herramienta ofrece dos pruebas auditivas básicas: la audiometría de tonos puros y la prueba de inteligibilidad del habla (los dígitos en el ruido).

La audiometría de tonos puros determina el grado de pérdida auditiva en relación con la frecuencia del sonido. La prueba consiste en determinar el sonido más silencioso que se logra oír, determinando así el umbral de audición. Un requisito fundamental será la calibración del dispositivo, en caso de que no haya una calibración predefinida o de que los auriculares no estén incluidos en el dispositivo móvil.

A través de esta aplicación es posible conocer la clasificación de la pérdida auditiva, la comparación con las normas de edad y obtener una impresión de los resultados de las pruebas.

Una ventaja de esta aplicación es que tiene una interfaz bastante amigable y su uso es bastante intuitivo (Figura 7)⁶.

Para evaluar el estado de tu oído, descarga la aplicación y sigue las instrucciones, la aplicación que se encuentra disponible en:

https://play.google.com/store/apps/details?id=mobile.eaudiologia&hl=es_MX&gl=US

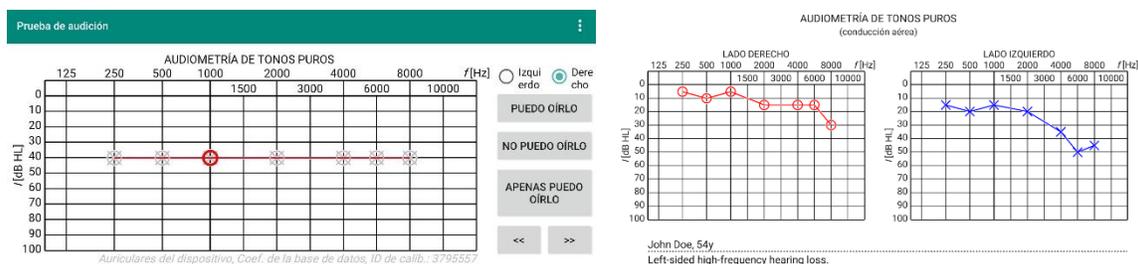


Figura 7. Captura de pantalla de la interfaz y gráfica de resultados de prueba, de la aplicación *Prueba de audición*.

Una vez obtenido el resultado, contesta:

1. ¿Cómo consideras que es el estado de tus oídos?
2. ¿Qué acciones puedes tomar para evitar daños?
3. Si así lo desean, compartan la información con el resto del grupo y realicen un análisis global de los resultados obtenidos. ¿Qué pueden concluir?
4. Realiza pruebas con personas de diferentes edades y agrúpalas en grupos de 10 en 10 años y observa qué ocurre con el oído al paso del tiempo. Enuncia tus conclusiones.
5. Discutan grupalmente los resultados obtenidos y enuncien las conclusiones más importantes de este pequeño estudio.

⁶ La figura 7 corresponde a capturas de pantalla desde un teléfono celular.

Propuesta 4. Evaluando el estado de nuestros ojos (App)

De acuerdo con la información proporcionada por el desarrollador la aplicación permite realizar 15 pruebas oculares de forma interactiva. Esto a través de la realización de un examen ocular básico, las pruebas que permite realizar son: Visión de color, Contraste, Agudeza visual, Vale cuatro puntos, Schober, Rayas OKN, Luz de fluorescencia, Desaturación roja, Hirschberg, Alojamiento, Duocromo, Aniseiconia, Rejilla de Amsler, Retinoscopia MEM, y Agudeza Visual +.

Esta aplicación también muestra una interfaz amigable que facilita su uso y los resultados se muestran de forma inmediata y son fáciles de interpretar (Figura 8)⁷.

Propuestas 3 y 4. Objetivos de Desarrollo Sostenible: esta actividad implica los objetivos 3. Salud y bienestar, 4. Educación de calidad, 11. Ciudades y comunidades sustentables, sobre todo en lo referente a la contaminación auditiva.

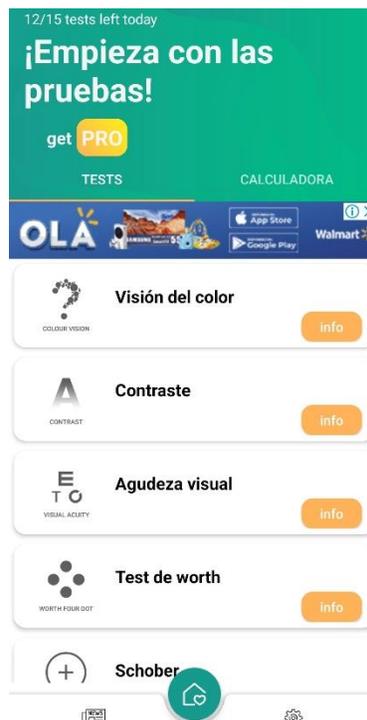


Figura 8. Captura de pantalla de la interfaz de la aplicación *Smart Optometry - Eye Tests*.

Enfoque STEAM

Ciencia	Tecnología	Ingeniería	Arte	Matemáticas
Conceptos relativos a la salud y los efectos de la contaminación auditiva sobre la salud de las personas.	Uso de herramientas de medición de los niveles del sonido y de la aplicación de herramientas para la evaluación del estado de salud de las personas.	Desarrollo de herramientas para la medición de la intensidad del sonido y de evaluación de la salud de las personas.	Esta actividad podría ser la base para diferenciar ruido de sonidos armónicos y su importancia en la música.	Representación numérica y gráfica que permitan evaluar los resultados de la valoración de la salud de las personas.

⁷ La figura 8 corresponde a capturas de pantalla desde un teléfono celular.

Propuesta 5. El experimento de Herschel

En 1800, el astrónomo William Herschel descubrió una forma de radiación diferente a la de la luz visible, esto mediante un sencillo pero ingenioso experimento. Herschel descubrió los rayos infrarrojos al descomponer la luz blanca mediante un prisma y midiendo la temperatura de la radiación electromagnética más allá de la región roja del espectro visible.

Objetivo

Identificar mediante termómetros la existencia de otras formas de radiación electromagnética más allá del espectro visible.

Material

- Tijeras
- Hoja blanca
- Cuatro termómetros
- Cinta de aislar negra
- Caja de cartón, una para zapatos, por ejemplo
- Silicón frío y agua, en caso de usar portaobjetos
- Prisma de vidrio o tres portaobjetos para construirlo
- Dos láminas de plástico de 5x5 cm, pueden ser de tapas de yogurt, por ejemplo

Desarrollo experimental

1. Si no se cuenta con un prisma se puede construir uno con los tres portaobjetos, los cuales se deberán pegar por sus orillas con silicón frío, formando un prisma rectangular. Una de las láminas de plástica se pegará como base del prisma. Una vez seco el silicón, se rellenará de agua y la parte superior será sellada con silicón y la segunda lámina de plástico. Una vez seca la tapa, se tiene un prisma de agua que permitirá la descomposición de la luz blanca.
2. Los bulbos de los termómetros se cubrirán con cinta de aislar negra. El experimento debe llevarse a cabo al aire libre en un día soleado.
3. En el fondo de la caja de cartón se colocará la hoja blanca. Mientras que en el borde se colocará el prisma, fijándolo con cinta, de tal forma que los rayos solares incidan sobre él y se proyecte el espectro visible sobre la hoja blanca, haciéndole coincidir

con tres de los termómetros (Figura 9), el cuarto termómetro registrará la temperatura a la sombra y se colocará en una posición perpendicular a los otros tres.⁸

4. El bulbo de los tres termómetros se hará coincidir con las regiones azul, amarilla y el tercero justo al lado de la región roja visible. Considerando que la escala debe ser visible fácilmente, los termómetros deben permanecer fijos con cinta para evitar que se desplacen.
5. Observa cómo varía la temperatura y registra los datos en la siguiente tabla. Procurando que durante el periodo de observación no haya obstrucción de la luz.

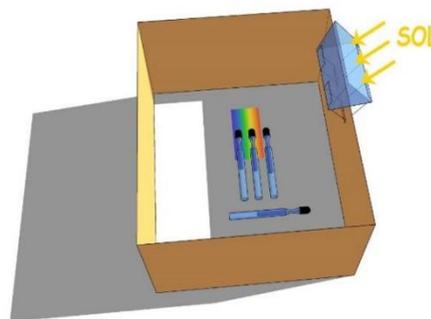


Figura 9. Disposición de prisma y termómetros para el experimento de Herschel.

T (min)	T (°C) Sombra	T (°C) Región azul	T (°C) Región amarilla	T (°C) Región cercana al infrarrojo
2				
4				
6				
8				
10				

Con base en el resultado, contesta:

1. ¿En qué regiones se registran la mayor y menor temperaturas?
2. En la posición del termómetro de la región cercana al infrarrojo no se aprecia ninguna “luz”, ¿por qué se registra una temperatura diferente?
3. ¿Cómo supones que debe ser la energía asociada a cada onda electromagnética para cada región considerando las temperaturas?
4. ¿Qué es lo que nos indica la temperatura que muestra el termómetro cercano al infrarrojo?
5. Investiga, ¿Por qué nuestros ojos no pueden ver algunos tipos de ondas electromagnéticas como las cercanas al infrarrojo?

⁸ La figura 9 corresponde a captura de pantalla del instructivo citado en las referencias.

Cierre

Conociendo el oído (App)

En secundaria y bachillerato difícilmente se puede acceder a modelos biológicos para observar y conocer la estructura del oído, tanto externa como interna, sin embargo, la tecnología digital abre la posibilidad de explorar en tres dimensiones este órgano.

La aplicación *El oído humano en 3D*, permite observar a detalle las estructuras externas e internas del oído y cómo están constituidas, se simula cómo funciona este órgano e incluso, a través de un video, se da una descripción visual inicial. Algo sorprendente es que en cualquier momento podemos interactuar a través de la pantalla y rotar la representación en tres dimensiones, también es posible hacer una ampliación para observar a detalle las estructuras. Podemos generar sonidos de frecuencias definidas y observar cómo se activan e interactúan cada una de las estructuras que constituyen este órgano.

A través de una animación, una voz en off da una explicación acerca de qué es el sonido e información sobre el oído.

Al final, el alumno puede responder una serie de ejercicios que le permiten autoevaluarse y conocer el resultado de inmediato, recibiendo, además, la retroalimentación correspondiente (Figura 9)⁹.



Figura 9. Captura de pantalla de la interfaz de la aplicación *El oído humano en 3D*.

Esta aplicación se encuentra disponible en:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.hearing&hl=es_MX&gl=US

⁹ La figura 9 corresponde a capturas de pantalla desde un teléfono celular.

En este caso se sugiere que el alumno adopte este recurso como material de estudio final para el tema del oído y repase lo aprendido, para, finalmente, realizar el ejercicio de autoevaluación y recibir la retroalimentación correspondiente.

Evalúa lo aprendido

Como actividad de cierre, se sugiere realizar el ejercicio “Ondas mecánicas”, en el cual el alumno deberá identificar algunas propiedades características de las ondas mecánicas. A través de este ejercicio con preguntas conceptuales se realizará una evaluación de lo que se debe saber acerca de las propiedades y características de las ondas mecánicas. Esta evaluación se basa en un mapa conceptual sobre el cual el alumno identificará el concepto correspondiente con base en información que se presentará en la pantalla, al final, el alumno conocerá cuál es el resultado del ejercicio (Figura 10)¹⁰. A este recurso se puede acceder a través de la siguiente URL: <https://es.educaplay.com/recursos-educativos/5186474-ondas.html>

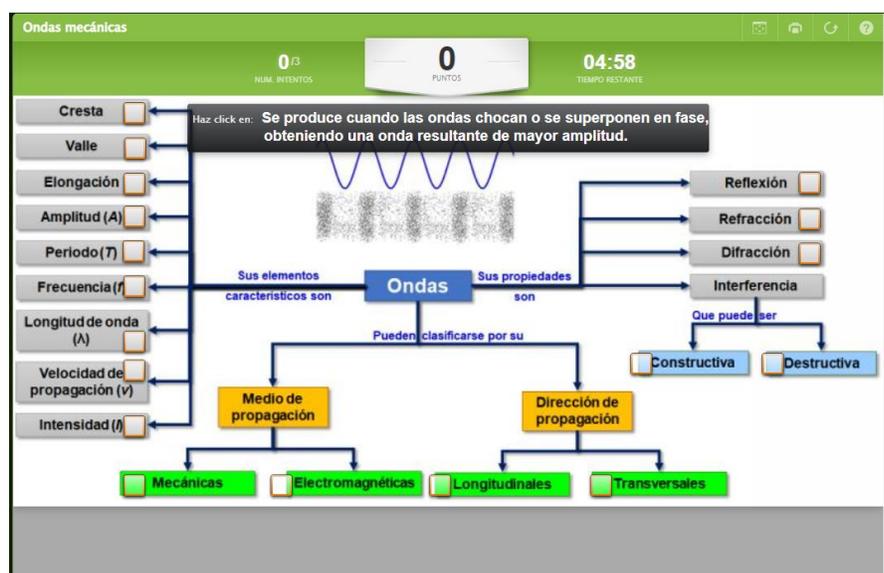


Figura 10. Captura de pantalla del ejercicio de autoevaluación *Ondas mecánicas*.

¹⁰ La figura 10 corresponde a una captura de pantalla del ejercicio.

Posteriormente, el alumno puede realizar el ejercicio *Velocidad de propagación, frecuencia y periodo de ondas mecánicas* (Figura 11)¹¹, para lo cual el alumno debe tener a la mano formulario y calculadora científica, como es de suponer, en este caso se trata de resolver ejercicios numéricos. También en este caso, el alumno recibirá una evaluación de sus resultados y podrá recibir la retroalimentación correspondiente.

The screenshot shows a digital interface for a physics exercise. At the top, a green header contains the title 'Ondas, velocidad y periodo' and icons for email, home, refresh, and help. Below the header, a white box displays '0 PUNTOS' and a green box shows '00:22 TIEMPO'. A red banner at the bottom of the header area reads 'Respuesta Incorrecta'. The main content area features a question numbered '1.' with a small image of a boat on water. The text of the question asks for the wave velocity given a 2m vertical displacement and a 4s period, with a crest-to-crest distance of 30m. A text input field contains the incorrect answer '25 km'. Below this, a section titled 'Posibles respuestas' shows the correct answer '1. 7.5 m/s'. An 'Información adicional' section provides a hint: 'Para un ciclo, el bote requiere de 4 s, por lo tanto, su frecuencia es de 1/4 s, es decir, 0.25 Hz. Si la longitud de la onda es de 30 m, al multiplicar este valor por la frecuencia, podremos conocer la velocidad de la onda, la cual es de 7.5 m/s.' At the bottom, a dark navigation bar includes 'Anterior', a progress indicator at '1/5', and 'Siguiente' buttons.

Figura 11. Captura de pantalla del ejercicio de autoevaluación *Ondas, velocidad y periodo*.

Para ambos ejercicios se sugiere trabajar individualmente o por equipos y crear un reto para ver quién consigue la mejor puntuación en el menor tiempo posibles. En ambos casos, el alumno recibirá la retroalimentación correspondiente para cada ejercicio. Es recomendable sugerirle a los alumnos en todo momento que, si tienen dudas, anoten para resolverlas durante la clase.

¹¹ La figura 11 corresponde a una captura de pantalla del ejercicio.

Rúbricas de evaluación – Evalúa tu aprendizaje

A continuación, se presentan dos propuestas de rúbricas de evaluación de los aprendizajes y logros de los alumnos, con base en los objetivos, desempeño y cumplimiento de las actividades propuestas. Cabe resaltar que en el presente ensayo solo se han presentado propuestas didácticas para cubrir algunos de los contenidos de la materia y no la totalidad de ellos, sin embargo, las rúbricas que se presentan corresponden a la unidad completa.

1. Con base en los objetivos indicadas para esta unidad y considerando los resultados de las actividades de aprendizaje desarrolladas, lee cada uno de los indicadores e indica qué nivel consideras haber logrado.

Objetivo	Nivel de desempeño			
	4	3	2	1
Comprendo y aplico los conceptos, leyes y modelos matemáticos relacionados con la óptica y la acústica a través de la resolución de problemas propios de la disciplina, tanto teóricos como experimentales, para contrastar los modelos matemáticos con los físicos y generalizar las relaciones entre las variables.				
Explico, en términos físicos, la formación de imágenes en el ojo y la propagación del sonido en el oído a partir del estudio de la propagación de ondas en diferentes medios, para destacar la importancia de las leyes y principios físicos en el estudio de los sistemas biológicos.				
Identifico los principios físicos presentes en la instrumentación biomédica, para explicar su funcionamiento, mediante el análisis de sus componentes.				
Total:	_____ / 12			

- 1: No logre el objetivo.
- 2: Tengo algunas dudas que requieren de ayuda de mi profesor.
- 3: Tengo algunas dudas que puedo resolver yo mismo.
- 4: Sin duda, logre cumplir el objetivo.

2. Con relación al desempeño y el cumplimiento de las actividades propuestas, evalúa los siguientes aspectos.

Aspecto que evaluar			Evaluación
Realicé todas las actividades de aprendizaje siguiendo las instrucciones y todos los miembros del equipo colaboraron.	La realización de las actividades de aprendizaje bajo las instrucciones indicadas solo fue parcial y no todos los miembros del equipo colaboraron.	Nunca realicé las actividades de aprendizaje o no cumplieron con las características indicadas. No logramos trabajar en equipo.	
En los productos se reflejó la opinión bien argumentada de los miembros del equipo.	En los productos se reflejó parcialmente la opinión de los miembros del equipo, ya que algunos no participaron.	El resultado obtenido ha sido consecuencia del nulo compromiso para trabajar en equipo.	
Los resultados de las evaluaciones han sido satisfactorios.	Los resultados de las evaluaciones han sido parcialmente satisfactorios.	Los resultados de las evaluaciones no han sido satisfactorios.	
Siempre mostré interés por colaborar e investigué por mi cuenta.	Solo mostré interés en algunos temas y a veces investigué por mi cuenta.	No me interesan los temas y nunca investigué nada.	
Siempre mostré actitud propositiva e iniciativa propia y disposición para realizar las actividades.	Casi siempre mostré actitud propositiva e iniciativa propia y disposición para realizar las actividades.	Nunca mostré actitud propositiva o iniciativa propia, ni disposición para realizar las actividades.	

- 1: Realicé un excelente trabajo.
- 2: Tengo que mejorar algunos aspectos.
- 3: Definitivamente, debo mejorar en muchos aspectos.

Con base en el resultado obtenido, analiza y lleva a cabo un ejercicio de autocrítica reflexiva, escribe tu reflexión y define qué debes hacer para mejorar tu desempeño.

Como nota final, cabe aclarar que he propuesto ejercicios que pueden ser de autoevaluación, que también pueden ser aplicados como evaluación sumativa. Sin embargo, hago énfasis en la autoevaluación debido a que en el contexto actual y con base en las características de

nuestros alumnos, es necesario enfatizar y reforzar la idea de que estas evaluaciones son un ejercicio de autocrítica reflexiva que conduzca al alumno a ser consciente del por qué de los resultados obtenidos, para qué, en la medida de lo posible, deje de proyectar sus fallas y falta de responsabilidad sobre los profesores.

Conclusiones

- El conocimiento científico nos permite entender la realidad desde una perspectiva que va más allá de lo que podemos percibir a través de los sentidos básicos.
- El uso de simuladores y aplicaciones para dispositivos móviles facilita la comprensión de diversos fenómenos físicos y la integración de los conceptos relacionados con ellos.
- Las nuevas herramientas tecnológicas permiten valorar la salud de la visión y la audición de las personas, lo cual les permite tener un resultado preliminar que les podría alertar sobre un mal mayor. Lo cual no les exime de consultar a los especialistas en el área.
- La tecnología ha facilitado la difusión y el acceso a diversas fuentes de información, pero debemos ser capaces de discernir entre aquellas que pueden ser confiables y aquellas que debemos descartar.
- La experiencia práctica fortalece el aprendizaje e integra de manera natural el uso de los conceptos apropiados.

Referencias

- Braun, E. (1999). *El saber y los sentidos*. 2ª ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- Canva (2023). Plantilla de mapa conceptual. Recuperado el 27 de junio de 2023, de https://www.canva.com/design/DAFnKPrkIJI/jC3ADvwfQ8BSmOS7ztqC5A/view?utm_content=DAFnKPrkIJI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink
- ChatGPT, vista previa de investigación gratuita (2023). Versión del 24 de mayo. Recuperado el 27 de junio de 2023, de <https://chat.openai.com/>
- Concepto Definición (2023). Recuperado el 27 de junio de 2023, de <https://conceptodefinition.de/saber/>
- Deutsche Welle. (2021). *El oído, un supersentido*. Documental. Recuperado el 27 de junio de 2023, de <https://youtu.be/AKNTwfpYumE>
- Deutsche Welle. (2017). *Generación de miopes*. Documental. Recuperado el 27 de junio de 2023, de <https://youtu.be/8HGPDb744Uk>
- García, B.; Moreno, R. y Ros, R. (2021). Experimento de Herschel. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/proyectos_con_unesco/dia_internacional_de_la_luz_2018/HerschelCas.pdf
- Morgan, I. G., Ohno-Matsui, K., y Saw, S.-M. (2012). *Myopia*. *The Lancet*. 379(9827), 1739–1748.
- Ocampo, O. y Meléndez, B. (2020). Propiedades de las ondas. Recuperado el 27 de junio de 2023, de <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/5821>
- Ocampo, O. (2021). Ondas, velocidad y periodo. Recuperado el 27 de junio de 2023, de https://es.educaplay.com/recursos-educativos/5203943-ondas_velocidad_y_periodo.html
- Ocampo, O. (2021). Ondas mecánicas. Recuperado el 27 de junio de 2023, de <https://es.educaplay.com/recursos-educativos/5186474-ondas.html>