

Psychology / Echolocation

Source: <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/echolocation-the-eighth-sense>

H O M E W O R K

Answer (handwritten) the following questions, and upload to GoogleClassroom your answers

1. In one sentence of 22-25 words (no more and no fewer...). Please define Echolocation.
- 2-3. What TWO sentences most interest you about this article? (rewrite the two sentences)
4. Which other animals have the ability to Echolocate?
5. How does your brain use sound to echolocate?
6. Please describe – as if you're speaking to a ten year old (that is, simplify it) – how echolocation works.
7. Please describe – as if you were speaking to a university professor (that is, be more detailed) – how echolocation works.
8. Write one paragraph (3-4 sentences ok) expressing what most strikes you about this article.
9. Draw a picture which illustrates/demonstrates how echolocation works.

Echolocation: The Eighth Sense

One blind man taught himself how to “see” with his ears — a sensory skill anyone can learn.

By [Lawrence D Rosenblum](#) 19 August 2014

It's a beautiful afternoon in the hills of Mission Viejo. A light breeze provides relief from the high sun and cools my already moist face. The sound of birds mixes with the breeze rushing through the oaks. And as the sun warms their needles, the pines give off their familiar scent.

“Is everyone ready?” Daniel Kish, our guide, asks. *“Remember to stay behind each other, but not too close.”* Megan O'Rourke, who is new at this, says: *“This is kinda scary. But fun!”*

“Fun until you crash into me!” Brian Bushway says. We all laugh.

As we leave the safety of Bushway's driveway, we enter the street and hear the plastic pull-ties we've connected to our bike frames clicking against our tire spokes. The sound is very much like that made by the baseball cards kids fasten to their bike wheels to make a faux-motorcycle sound. But today this clicking sound has a very adult purpose.

“Now, Megan, follow the clicking of my wheels so you stay on the side of the road,” Kish says.

We turn a corner and I look up at an imposing, apparently endless, upward slope. I think that I wish I were in better shape. I also think that, right now, I am the least fortunate one of our group. I am, after all, the only one who can actually see how much effort we're about to exert. My companions — Daniel Kish, Brian Bushway, and Megan O'Rourke — are blind.

I reach the top of the hill first, while Kish and Bushway stay back to instruct O'Rourke. As the three of them climb the hill and get closer to me, I start to hear sharp intermittent clicks — different from those of the bike wheels. These sharp clicks are emanating from the mouths of Kish and Bushway, who are using them to hear what I can see. They click with their tongues, about once every two seconds, so that they can hear the sounds reflect back from nearby curbs, shrubs, parked cars, and other obstacles. This method of navigation is known as echolocation, and it enables Kish and Bushway to lead these mountain bike excursions. They both click using the side of their tongues, as if coaxing a horse to gallop.

As we ride, I ask Bushway, *“So what parts of the trail can you perceive from echolocating?”*

He responds: *“I can hear the sides of the trail where the brush meets the dirt. I can also hear if there are big rocks or trees in or near the path. All the important stuff about the trail — except maybe the horse droppings. I use another sense for that.”*

We all laugh.

Biking Blind

Kish and Bushway have been leading mountain bike trips for about ten years. Their “Team Bat” usually includes three-to-five students, but they've led groups as large as twelve. All of the participants are severely visually impaired, and most have little, if any, light sensitivity. Besides giving the students a roaring great time, Kish and Bushway believe that these outings build their confidence. They've also been teaching blind students to echolocate, which they feel is one of the most effective means by which students can gain independence. Kish actually conducted scientific research on echolocation for his master's thesis in 1995.

Daniel Kish and Brian Bushway are particularly adept echolocators. Besides mountain biking, they've used echolocation to hike, roller-skate, skateboard, and play basketball. Along with his cane, echolocation is Kish's principal way of navigating the world. Kish and Bushway's echolocation skills have also made them celebrities of sorts, landing them on national news and talk shows; in magazine features; and on the lecture circuit, making instructive and inspirational presentations to numerous organizations. In the media, they are often portrayed as “medical mysteries,” or as possessing a “special gift.” This fact is unfortunate because, while Kish and Bushway's skills are certainly impressive, human echolocation is neither mysterious nor special. And, as you'll soon learn, you too can echolocate, and you do it all the time.

Daniel Kish was never able to see. At the age of four months, he was diagnosed with retinoblastoma in both eyes. Retinoblastomas are cancerous tumors of the retina. They are potentially fatal, and treatment often requires complete removal of the affected eye. In Kish's case, one eye was removed when he was seven months old and the second when he was thirteen months old. Before then, the blastomas were so large that it is unlikely that he was ever able to visually discriminate anything more than light from dark.

After his eyes were removed, Kish's parents staunchly encouraged his independence. They refused to restrict his activity in any way, despite his potential for bumps and bruises. They also refrained from acting as guides, allowing him to locomote and explore the world on his own. He attributes much of his adult navigation skill, including his expertise with echolocation, to his parents' approach and the confidence it provided him.

Kish remembers himself always echolocating. His parents claim that he started clicking even before his eyes were removed and that he later did it to guide his crawling, cruising, and early walking. By the time he was seven, he used echolocation to bike ride and roller-skate. Like most kids, he loved riding his bike around the neighborhood. He was able to hear oncoming traffic and pedestrians by listening for the sounds they emitted and stayed safely to the side of the street by echolocating to follow the curb and locate parked cars. Perhaps most impressively, he could judge where he was in the neighborhood by echolocating the driveways between the lawns: hearing the difference in textures, and counting them as he rode. These days, his riding skills are astounding. During production of a television segment about Kish, he was asked to ride his bike around a playground basketball court. The resulting videotape shows him easily riding within the boundaries of the concrete court and deftly circling the poles that hold up the basket and backboard.

Research on bats has shown that these animals use a process of echolocation to determine the position of objects in the dark by emitting high-pitched chirps that reflect off nearby objects and return to their ears. By comparing the time, energy, and frequency differences between the emitted and returning sound, bats are able to determine the location and characteristics of the objects (moths, trees, telephone wires). At Cornell University, Karl Dallenbach's team ran a series of experiments to see whether humans echolocated like bats and determined that, indeed, the blind could and did.

Since Dallenbach's work, other laboratories have shown that humans can use echolocation to hear more detailed properties of objects. These properties include an object's horizontal position, relative distance, and relative size. Astonishingly, humans also have the ability to identify the general shape of an object (square, triangle, disk) and even an object's material composition (wood, metal, cloth) using echolocation. Blind subjects are generally better at echolocating, but untrained sighted subjects are also able to perform all of these tasks with some success and to improve their accuracy with practice. In my own lab's research, we find that sighted subjects can learn to accurately echolocate the position of a movable board after just ten minutes of practice.

Guided by Echoes

How does your brain use sound to echolocate? Like a bat, you probably use the time delay between an emitted sound and its returning reflected sound to gauge your distance from an object — the farther the object, the longer the delay. The difference in intensity (loudness) between emitted and reflected sound is also most likely used for this purpose — the farther the object, the quieter the returning sound.

However, these types of sound cues are limited in their use for two reasons. First, once you are within two meters of an object, your ear is physiologically unable to resolve the very small time and intensity differences between emitted and returning sounds. Second, you don't need to actually emit a sound to "echolocate." Many echolocation experiments have shown that the skill can be accomplished with sounds emitted by sources other than the echolocator. This makes it unlikely that comparisons between emitted and reflected sounds are necessary.

It is likely that your brain is often using other types of sound cues for echolocation. One of the most important is the sound wave interference patterns that occur in front of sound-reflecting objects. The best way to understand this is to try a quick demonstration: Hold your hand up about one foot in front of your face with your palm facing your mouth. Now put your front teeth together, open your lips, and make a continuous *shhhhh* sound. As you make this sound, slowly bring your hand toward your mouth. You will hear the *shhhhh* change systematically as you bring your hand closer. To really hear the sound change, repeatedly move your hand back and forth, closer and farther from your mouth. You will hear a whooshing sound that changes with your hand position.

What you're hearing is the sound reflecting from your hand colliding with the sound leaving your mouth. And as your hand moves, the sound interference patterns change with the distance. You can hear these sound interference patterns change — the whooshing sounds — even if you are not the one emitting the sound. Ask your friend to perform this

demonstration near you, and you should have no problem hearing the interference whooshes. If you have no friend nearby, turn on your radio or TV to an unused channel so you hear noise. Move your hand toward the speaker, and again, you should hear the whooshing interference patterns.

Glimpses of Light

Daniel Kish is now the president of the World Organization for the Blind, an association dedicated to helping blind individuals and their sighted friends and family understand the capabilities of the visually impaired. Brian Bushway is also a charter member. A cornerstone of its approach is teaching echolocation for mobility purposes and educating the general public about its potential. Kish and Bushway travel the world consulting with institutes for the blind and tutoring blind individuals. They have trained over 100 people to use echolocation with good to excellent success.

After our mountain bike ride, I asked Daniel Kish how he would describe the experience of being an expert echolocator to a sighted person. He provided a lovely analogy: He often camps in the mountains with both blind and sighted friends. His group enjoys late-night hikes and sometimes a sighted friend will bravely forgo a flashlight and let him lead the way. The friend will hold his arm as they walk the trail under the mountain sky and the thick oak canopy that renders the path pitch-black. But now and then, the canopy will reveal enough starlight to dimly illuminate the path for a moment. Kish believes that he recognizes these moments by sensing a brief boost in his sighted companion's confidence, which then shows him the frequency and duration of these illuminations. Based on this knowledge, Kish believes that his companion is experiencing something like a visual version of echolocation. Expert echolocation, like night hiking under a thick tree canopy, affords dim "*glimpses*" of the environment that permit identification of major obstacles and establish the direction to head until the next glimpse comes. Of course, Kish has an advantage: By echolocating at will, he can decide when and how often these glimpses occur.

Excerpted from *See What I'm Saying: The Extraordinary Powers of Our Five Senses* by Lawrence D. Rosenblum. Copyright 2010 by Lawrence D. Rosenblum. With permission of the publisher, W. W. Norton & Co.

Ecocalización: el octavo sentido

Un ciego se enseñó a sí mismo a "ver" con los oídos, una habilidad sensorial que cualquiera puede aprender.

Por Lawrence D Rosenblum 19 de agosto de 2014

Es una hermosa tarde en las colinas de Mission Viejo. Una ligera brisa alivia el sol intenso y refresca mi rostro ya húmedo. El sonido de los pájaros se mezcla con la brisa que corre entre los robles. Y a medida que el sol calienta sus agujas, los pinos desprenden su olor familiar.

"¿Están todos listos?" Daniel Kish, nuestro guía, pregunta. "Recuerden permanecer uno detrás del otro, pero no demasiado cerca".

Megan O'Rourke, que es nueva en esto, dice: "Esto da un poco de miedo. ¡Pero divertido!"

"¡Diversión hasta que choques contra mí!" Brian Bushway dice. Todos reímos.

Al salir de la seguridad del camino de entrada de Bushway, entramos a la calle y escuchamos las bridas de plástico que hemos conectado a los cuadros de nuestras bicicletas haciendo clic contra los radios de nuestras llantas. El sonido es muy parecido al que hacen las tarjetas de béisbol que los niños abrochan a las ruedas de sus bicicletas para hacer un sonido de motocicleta falsa. Pero hoy este sonido de clic tiene un propósito muy adulto.

"Ahora, Megan, sigue el chasquido de mis ruedas para que te quedes al costado de la carretera", dice Kish.

Doblamos una esquina y miro hacia una pendiente ascendente imponente, aparentemente interminable. Creo que desearía estar en mejor forma. También creo que, ahora mismo, soy el menos afortunado de nuestro grupo. Después de todo, soy el único que realmente puede ver cuánto esfuerzo estamos a punto de realizar. Mis compañeros, Daniel Kish, Brian Bushway y Megan O'Rourke, son ciegos.

Primero llego a la cima de la colina, mientras que Kish y Bushway se quedan atrás para dar instrucciones a O'Rourke. A medida que los tres suben la colina y se acercan a mí, empiezo a escuchar clics agudos e intermitentes, diferentes a los de las ruedas de la bicicleta. Estos clics agudos emanan de las bocas de Kish y Bushway, que los utilizan para escuchar lo que puedo ver. Hacen clic con la lengua, aproximadamente una vez cada dos segundos, de modo que pueden escuchar los sonidos reflejados en los bordillos, arbustos, automóviles estacionados y otros obstáculos cercanos. Este método de navegación se conoce como ecolocalización y permite a Kish y Bushway liderar estas excursiones en bicicleta de montaña. Ambos hacen clic con el costado de la lengua, como si estuvieran persuadiendo a un caballo para que galopara.

Mientras conducimos, le pregunto a Bushway: "Entonces, ¿qué partes del sendero puedes percibir mediante la ecolocalización?"

Él responde: "Puedo escuchar los lados del sendero donde la maleza se encuentra con la tierra. También puedo escuchar si hay grandes rocas o árboles en el camino o cerca de él. Todas las cosas importantes sobre el sendero, excepto tal vez los excrementos de los caballos. Uso otro sentido para eso".

Todos reímos.

Ciclismo a ciegas

Kish y Bushway han liderado viajes en bicicleta de montaña durante unos diez años. Su "Equipo Bat" generalmente incluye de tres a cinco estudiantes, pero han dirigido grupos de hasta doce. Todos los participantes tienen una discapacidad visual severa y la mayoría tiene poca o ninguna sensibilidad a la luz. Además de hacer que los estudiantes se lo pasen en grande, Kish y Bushway creen que estas excursiones les dan confianza. También han estado enseñando a los estudiantes ciegos a ecolocalizar, que sienten que es uno de los medios más efectivos por los cuales los estudiantes pueden ganar independencia. De hecho, Kish realizó una investigación científica sobre ecolocalización para su tesis de maestría en 1995.

Daniel Kish y Brian Bushway son ecolocalizadores particularmente hábiles. Además del ciclismo de montaña, han usado la ecolocalización para caminar, patinar, andar en patineta y jugar baloncesto. Junto con su bastón, la ecolocalización es la principal forma de navegar por el mundo de Kish. Las habilidades de ecolocalización de Kish y Bushway también los han convertido en celebridades de todo tipo, lo que los ha llevado a las noticias y programas de entrevistas nacionales; en artículos de revistas; y en el circuito de conferencias, realizando presentaciones instructivas e inspiradoras ante numerosas organizaciones. En los medios de comunicación, a menudo se los describe como "misterios médicos" o como poseedores de un "don especial". Este hecho es lamentable porque, si bien las habilidades de Kish y Bushway son ciertamente impresionantes, la ecolocalización humana no es ni misteriosa ni especial. Y, como pronto aprenderá, usted también puede ecolocalizar, y lo hace todo el tiempo.

Daniel Kish nunca pudo ver. A los cuatro meses le diagnosticaron retinoblastoma en ambos ojos. Los retinoblastomas son tumores cancerosos de la retina. Son potencialmente fatales y el tratamiento a menudo requiere la extirpación completa del ojo afectado. En el caso de Kish, le extirparon un ojo cuando tenía siete meses y el segundo cuando tenía trece meses. Antes de eso, los blastomas eran tan grandes que es poco probable que alguna vez pudiera discriminar visualmente algo más que la luz de la oscuridad.

Después de que le quitaron los ojos, los padres de Kish alentaron firmemente su independencia. Se negaron a restringir su actividad de ninguna manera, a pesar de su potencial de golpes y contusiones. También se abstuvieron de actuar como guías, lo que le permitió moverse y explorar el mundo por su cuenta. Atribuye gran parte de su habilidad de navegación adulta, incluida su experiencia con la ecolocalización, al enfoque de sus padres y la confianza que le brindó.

Kish se recuerda a sí mismo siempre ecolocalizando. Sus padres afirman que comenzó a hacer clic incluso antes de que le quitaran los ojos y que luego lo hizo para guiar su gateo, crucero y caminar temprano. Cuando tenía siete años, usaba la ecolocalización para andar en bicicleta y patinar. Como a la mayoría de los niños, le encantaba andar en bicicleta por el vecindario. Pudo escuchar el tráfico que se aproximaba y los peatones escuchando los sonidos que emitían y permaneció a salvo al costado de la calle mediante la ecolocalización para seguir la acera y localizar los autos estacionados. Quizás lo más impresionante es que podía juzgar dónde se encontraba en el vecindario mediante la ecolocalización de los caminos de entrada entre los prados: escuchando la diferencia de texturas y contándolas mientras conducía. En estos días, sus habilidades para montar son asombrosas. Durante la producción de un segmento de televisión sobre Kish, se le pidió que montara en bicicleta alrededor de una cancha de básquetbol. La cinta de video resultante lo muestra cabalgando fácilmente dentro de los límites de la cancha de concreto y rodeando hábilmente los postes que sostienen la canasta y el tablero.

La investigación sobre murciélagos ha demostrado que estos animales utilizan un proceso de ecolocalización para determinar la posición de los objetos en la oscuridad mediante la emisión de chirridos agudos que se reflejan en los objetos cercanos y regresan a sus oídos. Al comparar las diferencias de tiempo, energía y frecuencia entre el sonido emitido y el que regresa, los murciélagos pueden determinar la ubicación y las características de los objetos (polillas, árboles, cables telefónicos). En la Universidad de Cornell, el equipo de Karl Dallenbach realizó una serie de experimentos para ver si los humanos se ecolocaban como murciélagos y determinó que, de hecho, los ciegos podían y lo hicieron.

Desde el trabajo de Dallenbach, otros laboratorios han demostrado que los humanos pueden usar la ecolocalización para escuchar propiedades más detalladas de los objetos. Estas propiedades incluyen la posición horizontal, la distancia relativa y el tamaño relativo de un objeto. Sorprendentemente, los humanos también tienen la capacidad de identificar la forma general de un objeto (cuadrado, triángulo, disco) e incluso la composición del material de un objeto (madera, metal, tela) mediante la ecolocalización. Los sujetos ciegos generalmente son mejores en la ecolocalización, pero los sujetos videntes no entrenados también pueden realizar todas estas tareas con cierto éxito y mejorar su precisión con la práctica. En la investigación de mi propio laboratorio, encontramos que los sujetos videntes pueden aprender a ecolocalizar con precisión la posición de una tabla móvil después de solo diez minutos de práctica.

Guiado por Ecos

¿Cómo usa tu cerebro el sonido para ecolocalizar? Como un murciélago, probablemente use el tiempo de retraso entre un sonido emitido y su sonido reflejado que regresa para medir su distancia de un objeto; cuanto más lejos esté el objeto, mayor será el retraso. La diferencia de intensidad (volumen) entre el sonido emitido y el reflejado también se utiliza con mayor probabilidad para este propósito: cuanto más lejos esté el objeto, más silencioso será el sonido de retorno.

Sin embargo, estos tipos de señales sonoras tienen un uso limitado por dos razones. Primero, una vez que está a dos metros de un objeto, su oído es fisiológicamente incapaz de resolver las pequeñas diferencias de tiempo e intensidad entre los sonidos emitidos y los que regresan. En segundo lugar, no es necesario emitir un sonido para "ecolocalizar". Muchos experimentos de ecolocalización han demostrado que la habilidad se puede lograr con sonidos emitidos por fuentes distintas del ecolocalizador. Esto hace que sea poco probable que sean necesarias comparaciones entre los sonidos emitidos y reflejados.

Es probable que su cerebro utilice a menudo otros tipos de señales sonoras para la ecolocalización. Uno de los más importantes son los patrones de interferencia de ondas sonoras que se producen frente a los objetos que reflejan el sonido. La mejor manera de entender esto es probar una demostración rápida: levante la mano aproximadamente un pie delante de la cara con la palma hacia la boca. Ahora junta los dientes delanteros, abre los labios y haz un sonido continuo de shhhhh. Al hacer este sonido, lleve lentamente la mano hacia la boca. Oirá que el shhhhh cambia sistemáticamente a medida que acerca la mano. Para escuchar realmente el cambio de sonido, mueva repetidamente la mano hacia adelante y hacia atrás, más cerca y más lejos de la boca. Escucharás un silbido que cambia con la posición de tu mano.

Lo que estás escuchando es el sonido que se refleja en tu mano chocando con el sonido que sale de tu boca. Y a medida que su mano se mueve, los patrones de interferencia de sonido cambian con la distancia. Puede escuchar cómo cambian estos patrones de interferencia de sonido, los silbidos, incluso si no es usted

quien emite el sonido. Pídale a su amigo que realice esta demostración cerca de usted, y no debería tener problemas para escuchar los silbidos de interferencia. Si no tiene un amigo cerca, encienda su radio o televisor en un canal que no esté usando para escuchar ruido. Mueva su mano hacia el altavoz y, nuevamente, debería escuchar los patrones de interferencia silbante.

Destellos de luz

Daniel Kish es ahora el presidente de la Organización Mundial para Ciegos, una asociación dedicada a ayudar a las personas ciegas y a sus amigos y familiares videntes a comprender las capacidades de las personas con discapacidad visual. Brian Bushway también es miembro fundador. Una piedra angular de su enfoque es la enseñanza de la ecolocalización con fines de movilidad y la educación del público en general sobre su potencial. Kish y Bushway viajan por el mundo consultando con institutos para ciegos y dando tutoría a personas ciegas. Han capacitado a más de 100 personas en el uso de la ecolocalización con un éxito excelente.

Después de nuestro paseo en bicicleta de montaña, le pregunté a Daniel Kish cómo describiría la experiencia de ser un ecolocador experto a una persona vidente. Proporcionó una hermosa analogía: a menudo acampa en las montañas con amigos ciegos y videntes. Su grupo disfruta de las caminatas nocturnas y, a veces, un amigo vidente renuncia valientemente a una linterna y le deja liderar el camino. El amigo lo tomará del brazo mientras caminan por el sendero bajo el cielo de la montaña y el espeso dosel de roble que hace que el camino quede completamente negro. Pero de vez en cuando, el dosel revelará suficiente luz estelar para iluminar débilmente el camino por un momento. Kish cree que reconoce estos momentos al sentir un breve impulso en la confianza de su compañero vidente, que luego le muestra la frecuencia y duración de estas iluminaciones. Con base en este conocimiento, Kish cree que su compañero está experimentando algo así como una versión visual de la ecolocalización. La ecolocalización experta, como las caminatas nocturnas bajo un espeso dosel de árboles, ofrece "vislumbres" tenues del entorno que permiten identificar los principales obstáculos y establecer la dirección a seguir hasta que llegue el siguiente vislumbre. Por supuesto, Kish tiene una ventaja: al ecolocalizar a voluntad, puede decidir cuándo y con qué frecuencia ocurren estos destellos.

Extraído de *Vea lo que estoy diciendo: Los poderes extraordinarios de nuestros cinco sentidos* por Lawrence D. Rosenblum. Copyright 2010 de Lawrence D. Rosenblum. Con permiso del editor, W. W. Norton & Co.