

<https://doi.org/10.21555/top.v740.3085>

Los fundamentos de la acústica de Leibniz: la causa del sonido (1681-1686)

The Foundations of Leibniz's Acoustics: The Cause of Sound (1681-1686)

Federico Raffo Quintana

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Argentina

Universidad Católica Argentina
Argentina

federicoraffo@uca.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-3883-3345>

Recibido: 19 - 02 - 2024.

Aceptado: 24 - 05 - 2024.

Publicado en línea: 06 - 12 - 2025.

Cómo citar este artículo: Raffo Quintana, F. (2026). Los fundamentos de la acústica de Leibniz: la causa del sonido (1681-1686). *Tópicos, Revista de Filosofía*, 74, 287-313. <https://doi.org/10.21555/top.v740.3085>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution
-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Resumen

En este trabajo abordamos la manera como Leibniz concibió, entre 1681 y 1686, los procesos mecánicos que subyacen al fenómeno del sonido, esto es, la generación, propagación y expresión del sonido en el órgano de la audición. Dilucidamos brevemente, ante todo, qué implicó para Leibniz que una explicación fuera “mecánica”. En este contexto, analizamos también en qué sentido es posible dar explicaciones mecánicas relativas al sonido, dado que éste, en la terminología de Leibniz, es una cualidad “confusa”. Posteriormente, consideramos detalladamente en qué consiste la explicación mecánica de la generación, propagación y expresión del sonido. El eje de nuestro abordaje es la explicación leibniziana de la causa inmediata o “próxima” del sonido.

Palabras clave: explicación mecánica; sonido; causa del sonido; elasticidad de los cuerpos; grado del sonido; intensidad del sonido; propagación del sonido; cualidades confusas; física leibniziana; Leibniz.

Abstract

In this article, we address how Leibniz understood, between 1681 and 1686, the mechanical processes underlying the phenomenon of sound, that is, the generation, propagation, and expression of sound in the hearing organ. We elucidate briefly, first, what Leibniz meant by a “mechanical” explanation. In this context, we also analyze in what sense it is possible to give mechanical explanations regarding sound, given that, in Leibniz’s terminology, it is a “confused” quality. Subsequently, we consider in detail what the mechanical explanation of the generation, propagation, and expression of sound consists of. The focus of our approach is the Leibnizian explanation of the immediate or “proximate” cause of sound.

Keywords: mechanical explanation; sound; cause of sound; elasticity of bodies; degree of sound; intensity of sound; sound propagation; confused qualities; Leibnizian physics; Leibniz.

Introducción y contexto¹

Dentro de la gran variedad de investigaciones que Leibniz llevó a cabo en el dominio de la naturaleza, tanto técnicas como científicas o teóricas, encontramos una serie de escritos dedicados al estudio de los procesos asociados al fenómeno del sonido. Siguiendo la terminología de la época, podemos decir que se trata de textos de “acústica”. De alguna manera, podría pensarse que la acústica fue para Leibniz una ciencia análoga a la óptica, en tanto que esta última ciencia está dedicada al abordaje de los mecanismos relativos a la luz, tales como, por ejemplo, su reflexión (cuestión que define a la catóptrica) o refracción (que es lo que se trata en la dióptrica). En consecuencia, no es de extrañar que, en los escritos de acústica, Leibniz procure proveer explicaciones mecánicas acerca de la generación, la propagación y la recepción (o “expresión”) del sonido. Como observa Degroote (2023), la acústica aún no constituía en la época de Leibniz un dominio definido de estudio, sino más bien un conjunto de conocimientos que resultan de abordar materialmente el fenómeno del sonido en general. En ese sentido, la acústica se relaciona con la música, aunque también, por la misma razón, se distingue de ella: la acústica no se circunscribe, por decirlo de alguna manera, al sonido “agradable”, como podría ocurrir en la música, en la que predomina el interés por la función “estética” del sonido. El objeto de estudio de la acústica es el sonido en general, incluyendo también el sonido “desagradable”, es decir, el ruido (Degroote, 2023, p. 308).

Naturalmente, Leibniz no fue el primero en llevar a cabo un abordaje de este tipo, ni en su época ni en la historia en general. Si bien no nos detendremos en ello (seguimos aquí los comentarios de Degroote, 2023, pp. 308-309), podemos señalar en la Antigüedad a la tradición pitagórica (en la que, como es sabido, se habría originado la representación aritmética de los intervalos musicales), la atomista (que concebía al sonido como compuesto de partículas), la aristotélica (para la cual el sonido es una sucesión de golpes entre porciones contiguas del aire que finalmente golpean el interior del oído) y la estoica (que asimila el sonido a las ondas que se ven en el agua tras ser golpeada por un objeto). En

¹ Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto PIBAA-CONICET 28720210100086CO: “La idealidad de la matemática y las explicaciones de la naturaleza en Leibniz (1675-1686)”.

la primera mitad del siglo XVII vale la pena señalar el decisivo trabajo sobre teoría y práctica de la música de Marin Mersenne, *Harmonie universelle*, de 1636-1637. A decir de Bertoloni Meli (2006), Mersenne, como otros estudiosos de los siglos XVI y XVII, tales como Benedetti, Galileo o Beeckman, abordó las relaciones que se establecen entre el grosor, la longitud, la tensión y el tono de las cuerdas. Con el paso de los años, estas investigaciones, que originalmente pertenecían al dominio de la música, interpretada como una de las disciplinas matemáticas del *quadrivium*, fueron incorporándose a la mecánica (Bertoloni Meli, 2006, p. 109). Como veremos más adelante, Leibniz parece haber estado al tanto de estas ideas, aunque no haya mencionado explícitamente a Mersenne ni al texto de su autoría.

En la misma época en la que Leibniz redactó los escritos de acústica a los que aquí nos referimos, mantuvo correspondencia con autores como Schelhammer y Mariotte acerca de cuestiones relativas principalmente a la anatomía del oído. El intercambio con Schelhammer se vio motivado por el pedido que este autor le hizo a Leibniz de revisar el tratado *De auditu*, que finalmente fue publicado en 1684 (los puntos más destacados de este intercambio fueron señalados por Vitale, 2016, pp. 304-307). Mariotte, entre otras cosas, le comentó a Leibniz acerca de una presentación realizada por Duverney en la Academia de París sobre la anatomía del oído (A III 3, 464), de la que resultaría el tratado *De l'organe de l'ouïe* de 1683. Leibniz leyó y extractó los trabajos de Schelhammer y Duverney a más tardar en 1685, es decir, apenas fueron publicados.

Pues bien, en el marco de la edición crítica de la obra de Leibniz, la reciente edición del tercer volumen de la serie de escritos de ciencia natural, medicina y escritos técnicos (A VIII 3),² en el que se encuentran precisamente los textos de acústica de la década de 1680, ha llevado a diversos investigadores a poner el foco de atención en su concepción del sonido. En el XI Internationalen Leibniz-Kongress, que tuvo lugar a mediados de 2023, se presentaron dos trabajos dedicados a estos textos: el de Jimmy Degroote (2023) mencionado anteriormente y uno de Andrea Costa (2023). En estos trabajos, el énfasis ha sido puesto con justicia en

² Refiero a los *Sämtliche Schriften und Briefe* como A, seguido de la serie (en números romanos), del volumen (en números arábigos) y del número de página; por ejemplo: A VII 6, 521. Cito los *Nachgelassene Schriften* como Gerland. Finalmente, cito el volumen 8 de las *Obras filosóficas y científicas* como OFC 8.

los textos 12₁, 12₂ y 12₃. 12₁ fue titulado por Leibniz *De soni generatione, propagatione et expressione in organo, mechanice explicatis*. 12₂, por su parte, ha recibido el título, por parte de los editores, de *Explicatio mechanica soni*. El contenido de este texto, que está claramente emparentado con 12₁, justifica este título. 12₃ fue titulado por el propio Leibniz *Cogitationes novae quomodo formetur sonus et per aerem propagetur atque in organo auditus exprimatur*. 12₄ y 12₅, finalmente, son los extractos de Leibniz de las obras de Schelhammer y Duverney antes mencionadas.

Vale la pena observar que la novedad que trae la reciente publicación de A VIII 3 es relativa:³ en efecto, los textos 12₁, 12₂ y 12₃ ya habían sido publicados hace más de un siglo por Gerland en su edición de 1906. La correspondencia con Mariotte y Schelhammer hace tiempo que también se encuentra a disposición, fundamentalmente en el tercer tomo de la serie III, dedicada a la correspondencia sobre cuestiones matemáticas, de ciencia natural y técnicas. La escasez de trabajos sobre la acústica de Leibniz testimonia que la comunidad académica, incluyéndome, ha pasado por alto el potencial que tienen los escritos leibnizianos relativos al sonido.

En estos textos de acústica, Leibniz procura proveer *explicaciones mecánicas* de los procesos de generación del sonido, de su propagación a través del aire y de su expresión en el órgano de la audición. El hecho de que Leibniz explicita que las explicaciones que pretende dar para analizar estos procesos son “mecánicas” no es en absoluto un tema menor. En efecto, al menos desde 1676, Leibniz estuvo muy dedicado al estudio de la física y de la mecánica. Si bien hay registros incluso anteriores de estas preocupaciones, varios de los resultados más destacados de Leibniz en estos dominios fueron formulados a partir de la segunda mitad de la década de 1670. Así, por ejemplo, la formulación del principio de la mecánica de equipolencia entre causa plena y efecto íntegro, la enunciación de la ley de conservación de la fuerza y de su estimación como el producto de la masa por el cuadrado de la velocidad e incluso el reconocimiento de la necesidad de reintroducir las formas sustanciales para dar cuenta de la naturaleza de los cuerpos son solamente algunos ejemplos de ello. En este sentido, como veremos, los textos de acústica se adecuan muy claramente a la lógica con la que Leibniz elaboró tanto su

³ En este sentido, quizás no sea tanto lo que la publicación de 2021 nos permita “corregir” respecto del conocimiento que se tenía del interés de Leibniz por la acústica, como sugiere Costa (2023, p. 255).

filosofía como sus investigaciones científicas en la primera mitad de la década de 1680. Dicho en otras palabras, su producción en este contexto no es ajena al modo como venía trabajando en cuestiones físicas, sino que ocurre más bien todo lo contrario. No se trata de reflexiones aisladas o de una mera recopilación ecléctica de resultados obtenidos por otros investigadores de la época. Leibniz produce, en suma, una concepción propia, consistente en algunos aspectos con las concepciones de otros investigadores, pero también perfectamente adecuada a su propia manera de trabajar en cuestiones físicas.

A continuación, procuraremos dilucidar las siguientes cuestiones. En primer lugar, intentaremos esclarecer qué implicó para Leibniz que una explicación fuera “mecánica”, habida cuenta de que sistemáticamente manifestó su desacuerdo con la filosofía “mecanicista” de Descartes. En este contexto, analizaremos también en qué sentido es posible dar explicaciones mecánicas relativas al sonido, dado que éste, en la terminología de Leibniz, es una cualidad “confusa”. Posteriormente, nos detendremos a considerar detalladamente en qué consiste la explicación mecánica de la generación, la propagación y la expresión sonido.

1. Las explicaciones mecánicas

Es recurrente encontrar en los escritos de Leibniz un claro rechazo a la concepción cartesiana según la cual la naturaleza de la materia se reduce en última instancia a la sola extensión. Muy sintéticamente, sobre la base de esta concepción, Descartes entendía que todos los cuerpos son como máquinas, de manera que la única diferencia real entre un organismo animal y una máquina se funda en la complejidad de los mecanismos. De esta manera, “[...] si hubiese máquinas tales que tuvieran los órganos y la figura de un mono, o de cualquier otro animal desprovisto de razón, no tendríamos medio alguno de conocer que no eran, en todo, de la misma naturaleza que esos animales” (AT VI, p. 56).⁴ Desde un punto de vista epistemológico, la consecuencia que se sigue de aquí es clara: si la extensión constituye la nota definitoria de la materia, no hay nada relativo al cuerpo que quede por fuera del campo de las explicaciones mecánicas.

⁴ Traducción: Descartes (2004, p. 97). Aquí cito las obras de Descartes como AT, seguido del tomo (en números romanos) y del número de página.

El rechazo por parte de Leibniz de la “metafísica” del mecanicismo ya se encuentra claramente formulado en los textos físicos de la segunda mitad de la década de 1670 a los que hicimos referencia anteriormente. En el *Praefatio ad libellum elementorum physicae* de 1678/1679, Leibniz observó a este respecto: “Pero de aquí en absoluto se sigue que no pueda entenderse en el cuerpo ninguna otra cosa sino lo que sea material y mecánico, y no se sigue tampoco que en la materia se halle la sola extensión” (A VI 4, 2009).

La naturaleza del cuerpo no se reduce a la extensión puesto que, además de los atributos distintos del cuerpo que se toman de la matemática, como son la magnitud, la figura y la situación, hay otros atributos distintos que se toman de la metafísica, tales como “[...] la existencia, la duración, la acción y pasión, la fuerza de actuar y fin de la acción o percepción del agente” (A VI 4, 2009).⁵ Si el cuerpo no se reduce a lo puramente material, las explicaciones mecánicas de los fenómenos puramente materiales no darán cuenta de la constitución última de los cuerpos. No por ello, sin embargo, dichas explicaciones carecen de valor. Más bien, Leibniz se esfuerza por determinar el ámbito preciso al que corresponden estas explicaciones: no servirán para explicar la naturaleza del cuerpo (son las explicaciones metafísicas las que tienen ese objetivo), pero sí para explicar los *fenómenos* del cuerpo. En otras palabras, todos los fenómenos del cuerpo se explican mecánicamente (A VI 4, 2008). En suma, el rechazo de la metafísica del mecanicismo no redundará en una negación del valor de las explicaciones mecánicas en las investigaciones de la naturaleza, aunque sí en una más clara delimitación de su campo de competencia.

La cuestión acerca de cómo interpretar el hecho de que puedan darse explicaciones mecánicas acerca de fenómenos como el sonido ha sido objeto de nuestras investigaciones previas (cfr. Raffo Quintana, 2025). En esta sección reconstruiremos sintéticamente los lineamientos fundamentales de esta concepción, que darán el marco adecuado para entender el estatus de la acústica en este trabajo.

Sucintamente, Leibniz distingue dos tipos de cualidades sensibles: tenemos, por un lado, las cualidades sensibles compuestas, que son conocidas por nosotros por explicación o descripción y que, por lo tanto, son inteligibles —en la medida en que, precisamente, podemos llevar a cabo explicaciones—. Se trata de las cualidades que “parece que

⁵ Una traducción al español de este texto está disponible en Raffo Quintana y Esquisabel (2025).

sucedan sin percepción” y que, por lo tanto, explicamos mecánicamente (A VI 4, 1971-1972). Tenemos, por otro lado, las cualidades sensibles simples, que, a diferencia de las anteriores, no pueden explicarse, sino que son conocidas por nosotros de manera ostensiva (A VI 4, 347 y 1971-1972). En la terminología que emplea Leibniz, se trata de cualidades “confusas” (cfr., entre muchos otros, A VI 4, 1961-1962). El hecho de que las cualidades confusas sean conocidas ostensivamente implica como consecuencia que de ellas no podemos dar explicaciones. No podríamos definir qué es un sonido, por ejemplo, dado que un sonido es lo que escuchamos. Depende, en este sentido, de nuestra sensación.

Ahora bien, si esto fuera todo, no quedaría claro cuál es el estatus de ciencias tales como la óptica o la misma acústica, que en algún sentido tratan respectivamente acerca de la luz y del sonido. En otras palabras, si la óptica y la acústica son ciencias, entonces proveen explicaciones relativas, según su objeto de estudio, a cualidades confusas que son conocidas de manera ostensiva. Recordemos además que, para Leibniz, se explican mecánicamente *todos* los fenómenos de la naturaleza, por lo que, en consecuencia, las explicaciones de las que se trata son mecánicas. Si esto fuera todo, nos encontraríamos ante la paradójica situación de que Leibniz sostendría que ciencias como la óptica y la acústica formulan explicaciones mecánicas acerca de cosas que no pueden ser conocidas por medio de explicaciones. La paradoja se despeja, sin embargo, si inspeccionamos en qué sentido decimos que estas ciencias tratan sobre cualidades confusas. Dicho en otras palabras: ¿qué es lo que explican en relación con la luz y el sonido?

Como mostramos en Raffo Quintana (2025), Leibniz observa que, aunque los atributos confusos sean simples para el sentido, “están compuestos en sí o en razón del intelecto” (A VI 4, 2002; traducción en Raffo Quintana y Esquisabel, 2025). Esto implica que, mientras que el sentido no puede dividirlos, el intelecto puede concebir de qué *causas* resultan. De esta manera, aunque no podamos indagar racionalmente acerca del dato sensible de la sensación, podemos abordar la causa, es decir, el mecanismo que ha de tener lugar para que resulte la sensación. Ahora bien, al examinar la causa de las cualidades confusas, estamos considerando además *otras* cualidades, que, en la medida en que describen su causa, vienen siempre junto con las cualidades confusas. Leibniz describe este proceso de considerar las cualidades distintas que acompañan a las confusas como la “aplicación de la matemática a la física” (A VI 4, 2006).

En este escenario es efectivamente posible llevar a cabo razonamientos, en la medida en que se consideran atributos distintos. Se trata en cualquier caso de cualidades inteligibles o mixtas que “caen bajo la consideración geométrica y mecánica” (A VI 4, 347) y que siempre acompañan a los atributos confusos. En suma, en ciencias como la óptica o la acústica, no se consideran los atributos confusos de manera “aislada”, por decirlo así, sino conjuntamente con otros atributos que sean inteligibles y que dan cuenta de la causa de la luz y del sonido. En este sentido decimos que la óptica y la acústica tratan acerca de estas cualidades, en tanto que analizan los procesos que deben tener lugar *a parte rei* para que se produzcan en nosotros sensaciones como las de un color o de un sonido.

2. La causa del sonido: generación, propagación y recepción

En síntesis, el sonido es conocido no por explicación o descripción, sino de manera ostensiva, en tanto que es lo que escuchamos. No obstante, podemos explicar qué es lo que debe acontecer para que un cuerpo sonoro emita un sonido, para que se propague el sonido o para que se reciba en el órgano del oído (es decir, para escucharlo). Abordar la causa del sonido implica considerar la razón de estos procedimientos. Dice Leibniz al respecto:

A partir de todas estas cosas se puede entender que la percusión es solamente la causa remota del sonido, pero la [causa] cercana es la restitución temblorosa de la percusión; en efecto, esta [restitución temblorosa] tiene siempre la misma duración y, por lo tanto, [es] igualmente aguda o igualmente grave, mientras el cuerpo permanezca igualmente tensionado, sea la percusión fuerte o débil; lo cual, si no fuera así, no habría ningún tono en el sonido, ni se podría explicar cómo una cuerda, sea [ella] pulsada con más o con menos fuerza, emitiría sin embargo el mismo tono. Pues las cosas elásticas, sean [ellas] rápida o lentamente apretadas y tensadas, se restituyen, sin embargo, a la misma velocidad, lo que se demostrará en otro lugar con precisión, y muchas propiedades singulares de este movimiento se derivarán de la Geometría más profunda [*intima Geometria*]; en efecto, hasta ahora la

causa no ha sido suficientemente explicada (A VIII 3, 120-121; una explicación semejante puede hallarse en A VIII 3, 95 y 96).

En este complejo pasaje, Leibniz señala varias cosas, entre las cuales está la causa del sonido. En buena medida, en esta sección y las siguientes de nuestro trabajo procuraremos dilucidar las distintas cuestiones que fueron esbozadas en este pasaje, algunas más y otras menos explícitamente.

2.1. La restitución temblorosa y la elasticidad de los cuerpos

En primer lugar, observemos que hay una distinción entre la causa “remota” y la causa inmediata o “próxima” del sonido. Que haya un golpe entre cuerpos es necesario para que tenga lugar el sonido, a pesar de que el sonido no resulte directamente de él. Dice Leibniz que el sonido “ha de derivarse inmediatamente no del golpe que se inflige al cuerpo sonoro, sino de la restitución del cuerpo sonoro después de que cese el golpe” (A VIII 3, 96). La causa próxima es la “restitución”, que en el pasaje anterior describió con un poco más de precisión como “restitución temblorosa”. Esto abre la puerta al análisis de lo que implica para Leibniz la restitución, así como también de lo que comprende que sea “temblorosa”.

Cuando un cuerpo es golpeado, pierde su forma original, aunque tienda a restituirla luego del golpe. Naturalmente, la deformación que sufre un cuerpo con el golpe y la consecuente posibilidad de restituir la forma original es relativa a la constitución de los cuerpos, en términos de lo que Leibniz concibe como su “elasticidad”. Así, un cuerpo más elástico sufrirá una deformación más pronunciada que otro menos elástico, y algo análogo puede decirse a propósito de la restitución correspondiente. En cualquier caso, lo que no puede darse para Leibniz es que un cuerpo sea completamente inelástico, en términos absolutos. Dicho en otras palabras, todos los cuerpos son elásticos en algún grado. De esta manera, para Leibniz ningún cuerpo es perfectamente duro ni perfectamente blando, sino que todo cuerpo es divisible o flexible, aunque mantenga un cierto grado de resistencia a la división. No se trata de que todos los cuerpos sean igualmente blandos o igualmente duros, sino de que lo sean en un cierto grado, que varía de un cuerpo a otro. Para señalar un ejemplo que retomaremos más adelante, la elasticidad del aire no es la misma que la del agua, aunque ambos cuerpos en

algún grado sean divisibles y en algún grado se resistan a la división. “Ciertamente”, dice Leibniz, “no hay nada tan blando o fluido que no tenga un cierto grado de dureza y firmeza, como puede entenderse del agua misma que repercute ante los cuerpos que [la] impactan” (A VIII 3, 96). En este sentido, la elasticidad se establece en una gradación que va desde los cuerpos “más duros” hasta los “más blandos”, sin que, como dijimos, haya ninguno perfectamente duro o blando. En el diálogo *Pacidius Philalethi* de 1676 ya encontramos una de las más célebres imágenes de Leibniz para graficar la elasticidad:

Yo no admito ni los átomos de Gassendi, es decir, un cuerpo perfectamente sólido, ni la materia sutil de Descartes, es decir, un cuerpo perfectamente fluido; sin embargo, no niego por ello un cuerpo flexible por doquier, al punto de afirmar que todo cuerpo es tal, lo que demostraré en otro lado. Supuesto un cuerpo perfectamente fluido, no puede negarse una división total, es decir, en mínimos. En cambio, un cuerpo ciertamente flexible por doquier, aunque no sin cierta resistencia desigual, tiene todavía partes cohesionadas, aunque separadas y plegadas de varias maneras. Por lo tanto, la división del continuo no debe ser considerada como la de la arena en granos, sino como la de una hoja de papel o una túnica en pliegues; por consiguiente, aunque tengan lugar pliegues infinitos en número unos menores que otros, no por ello un cuerpo se disolverá en puntos o mínimos (A VI 3, 554-555).

En otras palabras, no hay cuerpos impartibles ni cuerpos que no ofrezcan resistencia a la división. La imagen de la división del papel o de la túnica en pliegues, además de ser útil para graficar la concepción de la división del continuo,⁶ trasluce la idea de la elasticidad, descrita como una flexibilidad con resistencia. Leibniz recoge algunos ejemplos de la experiencia cotidiana que muestran esto:

[...] las cosas elásticas tienen esto: las cosas golpeadas fuertemente se doblan antes de ceder [*prius flectantur*

⁶ Hemos abordado esta cuestión en otros trabajos, en los que discutimos el problema del laberinto del continuo; cfr. especialmente Raffo Quintana (2019).

quam cedant], es decir, ceden por partes en lugar de hacerlo completamente, cosa que puede enseñarse mediante muchos experimentos. De allí que se ha observado que por el impacto de un proyectil [*ictu globi sclopetarii*] una puerta es perforada, más que cerrada, y que un palo colocado sobre vidrio puede ser roto por un golpe fuerte de otro palo, permaneciendo el vidrio [intacto] (A VIII 3, 98).

Ambos ejemplos son esclarecedores. Si la puerta es atravesada por el proyectil, entonces no es perfectamente dura. Por lo demás, si lo fuera, el impacto no debería producirle ni la más mínima marca. Lo que ocurriría en ese caso es que el proyectil eventualmente empujaría la puerta toda, pero no la rompería en una parte. Si lo que ocurre es que la atraviesa en el lugar determinado del impacto, es porque el golpe fuerza la flexión de esa sección concreta de la puerta con una violencia que supera la resistencia que tiene el material del que se compone la abertura. De allí que se rompa en esa parte, aunque la puerta no estalle como un cristal. El ejemplo del palo apoyado sobre un vidrio también es ilustrativo: aunque el palo se rompa a causa de la violencia del golpe que recibe, el vidrio sobre el que se apoya podría permanecer intacto a causa de su elasticidad.

La restitución, dice Leibniz, es “temblorosa”, lo que implica que se da al modo de una vibración. Este añadido cobra especial sentido si tenemos en cuenta que Leibniz recurre sistemáticamente a una analogía para explicar los cuerpos sonoros, a saber, la de que estos son “como cuerdas”: “Y así, considero que el objeto que suena [es] como una cuerda pulsada y el órgano del oído como una cuerda homótona sin contacto con la pulsación de lo que resuena primero” (A VIII 3, 95). Más aún, Leibniz es consciente de que en su tiempo esta concepción era generalmente aceptada: “La mayoría hoy en día está de acuerdo en que todo lo que suena tiembla como una cuerda pulsada y, por lo tanto, es elástico” (A VIII 3, 95). Si bien Leibniz dice este comentario al pasar y, por lo tanto, no se detiene en ello, es posible que el trabajo de Mersenne haya influido en esto. Sea como fuere, el hecho de que Leibniz recurra a una analogía no es trivial desde el punto de vista metodológico (cfr. Raffo Quintana y Esquisabel, 2024). Leibniz abordó el valor de las analogías como método de conocimiento físico en algunos textos más tempranos, tales como *Schediasma de arte inveniendi theoremata* de 1674

(A VI 3, 425-426) o el ya mencionado *Praefatio ad libellum elementorum physicae* de 1678/1679. Se trata de un método que no provee resultados ciertos, sino conjeturales, y que procede de manera *a posteriori*, pues no es analítico, sino que se funda precisamente en el conocimiento previo que tenemos de algunos objetos para explicar otros. Así, por ejemplo, hubo quienes, como William Gilbert (1600), concibieron que, conocida la estructura del imán y el fenómeno del magnetismo, el modo como la Tierra atrae hacia sí los cuerpos es análogo al modo como el imán atrae el hierro (cfr. Leibniz, A VI 4, 2000). De alguna manera, el imán en este ejemplo, o la cuerda en el caso de la explicación del sonido, funcionan como “modelos” para explicar respectivamente la atracción gravitatoria de la Tierra y la estructura de los cuerpos sonoros. Leibniz entiende la utilidad que tienen las analogías para descubrir causas y establecer predicciones (cfr. Esquisabel, 2008), pero también es consciente de los peligros que puede traer abusar de ellas.

2.2. Una causa, distintos procesos

Como veremos, la analogía entre cuerdas y cuerpos sonoros acompañará toda la explicación de Leibniz, sea que esté considerando la cuestión de la generación del sonido, de su propagación o de su recepción. La razón de esto es que, en última instancia, todos estos procesos remiten a la misma causa:

Y así, descubrí que, aunque en el sonido se puedan distinguir el origen, la propagación y la expresión en el órgano, sin embargo, estas tres cosas ocurren casi del mismo modo, a saber, a través del temblor de algún cuerpo Tenso, y no son necesarias otras *especies propagadas* a las que los Filósofos recurren en la escuela (A VIII 3, 114).

En otras palabras, son concebidos al modo de cuerdas el cuerpo sonoro a partir del que se origina el sonido, los cuerpos intermedios mediante los cuales el sonido se propaga (es decir, las partes del aire) y el órgano corpóreo de la audición. En todos estos casos, lo que tenemos son cuerpos que se golpean y vibran. Como mencionamos anteriormente, la cuestión de la recepción del sonido fue abordada por Leibniz especialmente en el texto 12^o, *Cogitationes novae quomodo formetur sonus et per aerem propagetur atque in organo auditus exprimitur*, luego de extractar las obras de Schelhammer y Duverney sobre la cuestión. No

obstante, el proceso que mayor atención recibe por parte de Leibniz en todos estos textos de la primera mitad de la década de 1680 es el de la propagación del sonido. Atendiendo a esta situación y teniendo en cuenta que los tres procesos ocurren “casi del mismo modo”, en lo que sigue recorreremos el hilo conductor de la propagación del sonido.

3. La propagación del sonido

Una cuestión preliminar de importancia para la propagación del sonido es la pregunta acerca de cuál es el medio a través del que tiene lugar dicha propagación. Antes hemos mencionado al pasar que Leibniz reconoce que se trata del aire, cosa que era generalmente aceptada en la época. Observemos, sin embargo, que Leibniz no siempre sostuvo esta concepción. Entre las breves reflexiones acerca del sonido que encontramos en la *Theoria motus concreti* se halla la afirmación de que “el sonido consiste en el movimiento del éter, pero rítmico y que se aleja en círculos, como vemos que ocurre con la piedra arrojada al agua [...]” (A VI 2, 236; traducción de OFC 8, p. 32). No obstante, Degroote observa adecuadamente que Leibniz rompe con estas ideas y elabora otra concepción ya desde el texto *De sono*, cuya datación es un poco incierta, pero que los editores de A VIII determinaron entre 1671 y 1680. Así, por ejemplo, Leibniz deja de concebir el éter como el medio de propagación del sonido y le asigna este rol al aire, lo que contribuye a que el sonido comience a ser visto como una vibración elástica que se comunica sucesivamente a las diferentes partes contiguas del aire, al mismo tiempo que rechaza la analogía de las olas sobre el agua en favor de la imagen de una cuerda tensa (Degroote, 2023, p. 311).

La concepción de la elasticidad de los cuerpos a la que hicimos referencia anteriormente juega un rol importante en estas consideraciones de Leibniz. En primer lugar, el aire cumple con el requisito fundamental para la propagación del sonido, que es el hecho de ser “[...] un fluido elástico, es decir, capaz de tensión [...]” (A VIII 3, 97). En parte por eso Leibniz rechaza la imagen de los círculos en el agua, extendida en la época, aunque como vimos haya sido formulada en la Antigüedad por los estoicos (Costa, 2023, pp. 261-262) para explicar por analogía la propagación del sonido. Las razones que esgrime Leibniz son varias (A VIII 3, 94-95). En primer lugar, esta imagen no alcanza para explicar la naturaleza íntima del sonido, ni permite explicar de manera distinta los fenómenos. En segundo lugar, imágenes como esta “tampoco muestran el elastro del aire, sin el cual no habría un medio adecuado para

propagar el sonido" (A VIII 3, 94). Por el contrario, "[e]l agua no es un cuerpo suficientemente elástico" para propagar el sonido (A VIII 3, 106). Finalmente, los círculos en el agua aumentan su diámetro a medida que se alejan del centro, que representa al cuerpo sonoro, por lo que tampoco sirve para mostrar "[...] cómo el tono o grado de sonido se propaga con tanta precisión" (A VIII 3, 94; cfr. Costa, 2023, p. 256). La imagen de los círculos concéntricos, por lo tanto, es completamente inadecuada: "Estas cosas no tienen nada en común con el sonido y las olas en el agua se comparan más propiamente al viento en el aire que al sonido" (A VIII 3, 95). Como vemos, parece claro que Leibniz ni siquiera logra rescatar esta imagen como modelo para explicar la tridimensionalidad del sonido, eso es, su propagación en todas las direcciones.

Pues bien, tenemos que el medio en el que se propaga el sonido es el aire y que el procedimiento de propagación se explica recurriendo a la causa inmediata a la que hicimos referencia anteriormente: "[...] todo lo que suene, tiembla, [todo] lo que tiembla, comunica por aire y cuerpos tensos, pero máximamente homótonos, nuevas agitaciones [*trepidationes*] isócronas a las agitaciones del cuerpo sonoro [...]" (A VIII 3, 95). Dicho brevemente, las partes del aire son como cuerdas tensas, de manera que, cuando vibran (es decir, "tiemblan" o se "agitan"), golpean las cuerdas que les son contiguas, produciendo con ello sus respectivas vibraciones y, por lo tanto, propagando el sonido. De esta manera se explica mecánicamente la propagación mediante partes del aire (cuerdas) que vibran y golpean a las siguientes. Ahora bien, para explicar de manera más detallada la propagación, debemos considerar dos conceptos que Leibniz enuncia aquí, a saber: que los cuerpos tensos son "homótonos" y que las vibraciones son "isócronas". Estos conceptos también fueron enunciados, aunque con otras palabras, en el pasaje exhibido en la sección 2 a propósito de la causa del sonido. Recordemos que allí señaló que "[la restitución temblorosa] tiene siempre la misma duración y, por lo tanto, [es] igualmente aguda o igualmente grave, mientras el cuerpo permanezca igualmente tensionado, sea la percusión fuerte o débil" (A VIII 3, 120). Que la restitución temblorosa tenga la misma duración nos habla del isocronismo y que el cuerpo permanezca igualmente tensionado nos remite a la homotonía. Estos dos conceptos son los que le permiten a Leibniz explicar que el tono de un sonido, sea éste agudo o grave en un determinado grado, se mantiene a lo largo de su propagación. Ahora bien, este mismo pasaje sugiere también que la cuestión del tono del sonido es independiente de la intensidad con

la que se golpea la cuerda, es decir, que no depende de que el golpe sea fuerte o débil. Como veremos, de la fuerza del golpe se seguirá la cuestión de la “intensidad” del sonido, es decir, un sonido más o menos fuerte, pero no su tono, que, como veremos, remite a la isocronía de las vibraciones. Detengámonos a continuación en estas distinciones.

4. El grado y la intensidad del sonido

Los últimos comentarios de la sección anterior sugieren, en suma, que el sonido admite una doble distinción: por un lado, los sonidos se distinguen en graves y agudos y, por otro, en fuertes o débiles. Como sugerimos también, para Leibniz, cada una de estas distinciones tiene raíces diferentes. En esta subsección analizaremos esta doble distinción y su explicación en el contexto de la propagación del sonido.

Pero cuanto más breves o más duraderas sean las idas y vueltas, más agudo o más grave será el sonido; por lo tanto, es evidente que hay otra división del sonido en agudo y grave además de [la división] en débil y vehemente: pues aquella [división] debe tomarse del tono del cuerpo sonoro, mientras que esta, de la fuerza del golpe (A VIII 3, 96-97).

Tenemos, por lo tanto, que el tono o lo que Leibniz llama el “grado del sonido” (A VIII 3, 94, 96 y 97, *inter alia*), a lo que corresponde el rango de sonidos agudos y graves, depende de la duración de las “idas y vueltas” de las vibraciones. Como veremos en breve, los conceptos de “isocronía” y “homotonía” son relevantes en este contexto. Por otro lado, tenemos que la “intensidad” del sonido, según la cual distinguimos sonidos más fuertes y más débiles, depende, como señalamos al pasar, de la fuerza del golpe. Leibniz no utiliza en este contexto el término “intensidad”, aunque sí se refiera a la fuerza del golpe (*vi ictus*). Como veremos, en el marco del análisis de la cuestión de la intensidad del sonido, será relevante el concepto de “recorrido” (*excursio*).

Analicemos en primer lugar la razón de la generación y propagación del tono. Dice Leibniz al respecto:

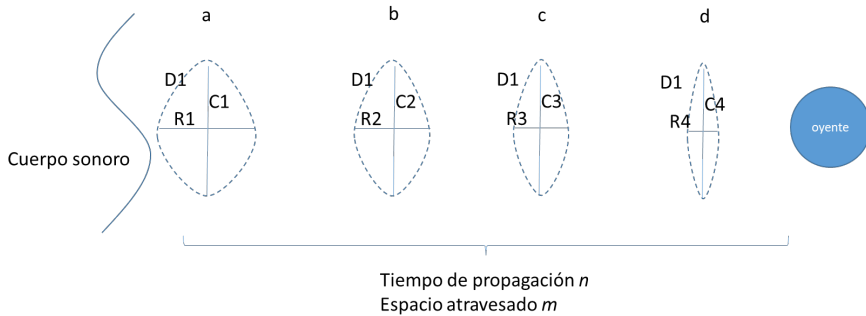
Además, el tono o grado de sonido se origina a partir del hecho de que las vibraciones posteriores de las cuerdas tensas tienen la misma duración [*sunt aequidiuturnae*] que las anteriores, aunque las posteriores sean más

débiles, pues la cuerda tiene menos recorrido [*minus excursit*]. Por lo tanto, la cuerda emite el mismo tono, ya sea que se la pulse más fuerte o más débilmente. Y así, el sonido debe derivarse [*repetendus est*] inmediatamente no del golpe que se inflige al cuerpo sonoro, sino de la restitución del cuerpo sonoro después de que cese el golpe, [restitución] que siempre tiene la misma duración, permaneciendo el mismo grado de tensión y la magnitud del cuerpo, de cuya composición resulta el tono (A VIII 3, 96).

En otras palabras, las cuerdas, de la primera a la última, son homótonas, es decir, mantienen el mismo tono. Esto, por un lado, se explica por el hecho de que mantienen el mismo grado de tensión (*gradum tensionis*) y, por otro, explica que el sonido que escuchemos tenga el mismo tono que en el cuerpo sonoro. Que tengan el mismo grado de tensión implica que las vibraciones de estas cuerdas son isócronas, es decir, que tienen la misma duración. De esta manera, puede hacerse una gradación de los sonidos en agudos y graves siguiendo como parámetro la duración de la vibración. Como vimos en el primer pasaje de esta subsección, un sonido será más agudo cuanto más breves sean las duraciones de los “ideas y vueltas”, así como será más grave a medida que las “idas y vueltas” duren más.

En síntesis, si las cuerdas están igualmente tensionadas, tendrán el mismo tono, lo que implica que las vibraciones de cada una de ellas durarán lo mismo. Ahora bien, a medida que nos alejemos del cuerpo sonoro, el sonido, aunque conserve el tono, se volverá progresivamente más débil. Leibniz explica esto señalando que las vibraciones de las cuerdas “posteriores”, es decir, las que están más alejadas del cuerpo que emite el sonido, tienen un “recorrido” menor. En otras palabras, el “espacio” que recorre una cuerda al vibrar cambia a medida que nos alejamos del cuerpo sonoro. Digámoslo una vez más: las vibraciones de las cuerdas, sean ellas más próximas o más alejadas del cuerpo sonoro, son isócronas, es decir, duran lo mismo, *independientemente* de que el recorrido que tengan las vibraciones vaya disminuyendo progresivamente a medida que nos alejemos. El tono es explicado por referencia a la duración de las vibraciones; la intensidad, por el espacio que ellas recorren.

En suma, si bien un sonido conserva el tono mientras se propaga (supuesto, como decíamos, que se conserve la misma tensión de las cuerdas), pierde intensidad a medida que se aleja del cuerpo sonoro. Esa pérdida de intensidad se explica como una disminución progresiva en el espacio o “recorrido” en el que la cuerda vibra. Así: “Pero, dado que las cuerdas posteriores son pulsadas más débilmente, los recorridos [*excursiones*] al vibrar [*inter vibrandum*] serán más pequeños en razón del lugar, aunque permanezca el mismo período con respecto al tiempo” (A VIII 3, 97). Con el objetivo de esclarecer la explicación del grado y la intensidad del sonido, proponemos la siguiente representación gráfica.



Esquema 1

Supongamos un sonido que se propaga desde el cuerpo sonoro hasta un oyente cualquiera. Tal propagación transcurre en un tiempo determinado n y atraviesa un espacio o distancia determinada m . No es relevante para este ejemplo determinar el espacio o el tiempo. Ahora bien, asignemos arbitrariamente cuatro “momentos” en esta propagación, a , b , c y d , progresivamente más alejados del cuerpo sonoro. Como entre el cuerpo sonoro y el oído media aire, que, recordemos, es el medio de propagación del sonido, en sentido estricto hay infinitas cuerdas y vibraciones. Así, en suma, los cuatro momentos corresponden a cuatro

cuerdas (las líneas verticales C1, C2, C3 y C4). En cualquier caso, el argumento vale para infinitas cuerdas y vibraciones.

Pues bien, en el momento *a*, que es el más próximo de los cuatro al cuerpo sonoro, tenemos que la cuerda C1 vibra con una duración D1. La vibración es representada por la línea punteada. El recorrido en el que se da esa vibración y que es representado por la línea horizontal es R1. En el momento *b*, que está un poco más alejado del cuerpo sonoro de lo que lo estaba *a*, la cuerda C2 vibra *también* con la duración D1. En otras palabras, las vibraciones de C1 y C2 son isócronas y, por lo tanto, las cuerdas son homótonas. Sin embargo, el recorrido R2 en el que tiene lugar la vibración de C2 es menor que el que corresponde a C1. De la misma manera, en el momento *c*, la cuerda C3 vibra en D1 con un recorrido R3 y la cuerda C4 recorre R4 con la misma duración D1.

5. Una representación gráfica de la propagación del sonido

Con el objetivo de esclarecer la cuestión de la propagación del sonido, Leibniz recurre a una representación gráfica. Como veremos, las explicaciones exhibidas en las subsecciones anteriores otorgan claridad al ejemplo. Señalamos a su vez que una breve parte de la descripción de la imagen fue empleada en la sección anterior.

Para concebir ahora mejor la propagación del sonido, imaginemos [*figamus*] (figura 1) muchas cuerdas homotónas *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, etc., que se disponen paralelas entre sí en el mismo plano (en el que tiene lugar vibración de ellas) y que ellas están tan cercanas entre sí que la cuerda *a* por su vibración golpea [*feriat*] a la cuerda *b* y ésta a su vez a la cuerda *c*, etc. Dado que son homotónas, cada una emitirá el mismo tono que la primera y de esta manera se propagará un tono cualquiera [*aliquousque*] o grado de sonido. Pero, dado que las cuerdas posteriores son pulsadas más débilmente, los recorridos [*excursiones*] al vibrar [*inter vibrandum*] serán más pequeños en razón del lugar, aunque permanezca el mismo período con respecto al tiempo. Finalmente, el recorrido de alguna cuerda, como *d*, será tan pequeña que no alcanzará a la siguiente *e*, por lo que cesará la propagación. Transfirmamos ahora esto al aire, que, dado que es un fluido elástico, es decir,

capaz de tensión, ya tiene una cierta tensión debido a la presión del aire que le es contiguo [*incumbentis*]; sus partes *a*, *b* y *c* (en la figura 2) pueden considerarse como otras tantas cuerdas tensas *y*, puesto que son entre sí continuas, por lo tanto, la vibración de una no puede ser de un recorrido tan pequeño que no alcance la porción próxima a ella y [así] la vibración se propagará (A VIII 3, 97).

Como vemos, Leibniz recurre a dos imágenes, la segunda de las cuales implica un grado de complejidad mayor que la primera. Esto se observa concretamente en el hecho de que la explicación que remite a la figura 1 describe la reducción progresiva de los recorridos hasta que finalmente el de una cuerda sea tan débil que no golpee a la siguiente. Esta explicación parece ir en contra del pleno físico *y*, por lo tanto, de la presencia del aire como medio de propagación del sonido. Esto es precisamente lo que añade la explicación que remite a la segunda figura: no hay vibración cuyo recorrido sea tan pequeño que no alcance a la siguiente cuerda. Notemos, sin embargo, que, como observó adecuadamente Degroote (2023, p. 313), la reproducción de la imagen 1 que encontramos en AVII 3 es inadecuada, pues no considera que la cuerda *d* no logra golpear a *e* con su vibración, tal como se observa en el manuscrito (que tomamos de Degroote, 2023, p. 312). Curiosamente, la reproducción de la imagen que encontramos en la edición de Gerland de 1906 es correcta. A continuación, ofrecemos las tres versiones de la imagen 1, así como también la imagen 2. En este segundo caso, exhibimos solamente la edición de A VIII, que reproduce adecuadamente la imagen original.

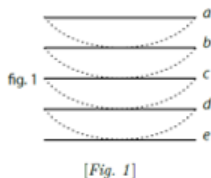


Imagen de A VIII 3, 97

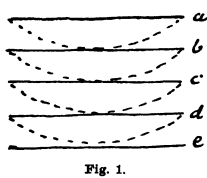


Imagen de Gerland (1906, p. 12)

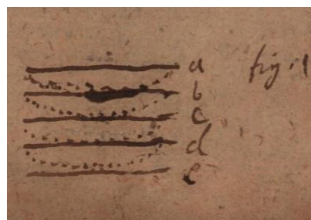
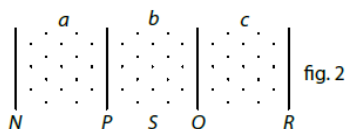


Imagen del manuscrito (LH XXXVII 1, 18r) a partir de Degroote (2023, p. 312)



[Fig. 2]

Esquema 2

El hecho de que una cuerda golpee *siempre* a la siguiente a causa de su vibración, independientemente del tamaño del recorrido, suscita la pregunta por el término o “cese” de la propagación del sonido. Abordaremos esta cuestión en la siguiente sección. Antes de ello, consideraremos la manera como Degroote analiza la figura 1 en términos de su poder de representación.

De acuerdo con Degroote, “la figura 1 no constituye una *representación* del fenómeno del sonido, entendido como la correspondencia de las propiedades del sonido con un conjunto de signos destinados a agotar su referencia” (2023, p. 312; mi traducción). Lo que describe la imagen, según Degroote, no es el fenómeno, “sino un *razonamiento*”: la imagen “[e]s una representación sensible de la estructura lógica de la demostración y de las ideas que la sostienen, una representación geométrica [*une mise en image géométrique*] del cálculo mediante el cual una proposición se forma sobre la base de proposiciones previamente aceptadas” (Degroote,

2023, p. 313). Al respecto, diremos dos cosas. Por una parte, estamos de acuerdo con que la figura no representa “el fenómeno del sonido”, si por ello entendemos la sensación de un sonido. Más aún, Leibniz es claro al respecto: lo que procura con estas imágenes es concebir mejor la propagación del sonido. Ahora bien, por eso mismo, no parece acertado señalar que lo que representa la imagen es la estructura lógica de un razonamiento. Lo que la imagen procura exhibir es lo que ha de ocurrir *a parte rei* para que tenga lugar la propagación del sonido que sentimos, es decir, su causa. Leibniz dice explícitamente esto a propósito no del sonido, aunque sí de otra cualidad confusa, como es un color: “Pero es suficiente con que mostremos qué hay *a parte rei* en los cuerpos, a partir de lo cual se origina la amarillez. Así, en efecto, tendremos el modo de producir cualidades confusas” (A VI 4, 1962). Como señalamos en la primera parte de este escrito, esto implica razonar sobre las cualidades que siempre acompañan a los atributos confusos, como es en nuestro caso el sonido, cualidades que son inteligibles y que se consideran en la geometría y en la mecánica. La contemplación de estas cualidades es lo que nos permite “hallar, mediante un rodeo, qué hay de real y distinto en las cualidades confusas” (A VI 4, 1962). Son los conceptos matemáticos involucrados en las explicaciones mecánicas acerca de la causa del sonido los que pueden ser matemáticamente representados. Naturalmente, estos conceptos no agotan las explicaciones ni lo explicado por ellas. Como observamos oportunamente, en un cuerpo cualquiera, como, por ejemplo, un cuerpo sonoro, hallaremos cualidades confusas, pero también cualidades distintas, algunas de las cuales se toman de la matemática y otras de la metafísica. No todas ellas pueden ser representadas matemáticamente, sino solamente las que dependan de la matemática. A esto hay que sumarle que Leibniz pudo haber escogido solamente algunos de los aspectos representables geoméricamente y no todos (este, de hecho, parece ser el caso de la imagen 1).

6. El cese de la propagación del sonido

La explicación de la propagación del sonido provista por Leibniz no aclara en principio lo que ha de acontecer para que cese dicha propagación. La descripción de la figura 1 que analizamos en la sección anterior, según la cual la propagación cesa una vez que el recorrido de una cuerda es tan breve que no logra golpear a la siguiente, no es completamente adecuada para describir la situación concreta, pues no considera el aire que media entre las cuerdas. Recordemos que Leibniz

transfiere el caso al aire posteriormente, una vez que considera la imagen 2. En otras palabras, si todas las cosas son plenas, no podría darse el caso de que una cuerda no golpee a otro cuerpo elástico contiguo. En esta sección, por lo tanto, intentaremos reconstruir la concepción de Leibniz, que, como sugerimos, no resulta suficientemente explícita.

Sostenemos que pueden distinguirse dos líneas argumentales diferentes. Por un lado, la propagación podría “cesar” cuando las partes vibrantes del aire golpeen un cuerpo que sea de otro material. Recordemos que el aire es para Leibniz el medio de propagación del sonido no solamente porque es un cuerpo elástico. Al fin y al cabo, todos los cuerpos son elásticos en algún grado. No obstante, el aire tiene la elasticidad *adecuada* para propagar el sonido. Esto es precisamente lo que no poseen otros cuerpos, como, por ejemplo, el agua, que, como vimos, no es un cuerpo “suficientemente elástico”. Ahora bien, por otro lado, un marco distinto de análisis de esta cuestión, que Leibniz de hecho considera explícitamente, es el que tiene lugar si consideramos la propagación del sonido no de manera absoluta, sino en relación con la *capacidad* que un tipo de ser tiene de escucharlo. En otras palabras, Leibniz observa que, en la propagación del sonido, habrá un punto en el que los recorridos de las vibraciones serán más pequeños que los que *nosotros* queremos para sentir el sonido:

Y así, el sonido se propaga a través del aire permaneciendo siempre el mismo tono, es decir, el isocronismo de las vibraciones, aunque finalmente la fuerza comunicada a tantas partes del aire en el solo ámbito de la esfera de la actividad, como [la] llaman, se vuelve tan pequeña que los recorridos de las vibraciones se vuelven menores que lo que se requiere para excitar nuestros sentidos y, por lo tanto, el sonido se debilita (A VIII 3, 100).

La pérdida de intensidad que afecta a la propagación del sonido —y que queda descrita en el esquema 1 por la diferencia de los recorridos R1, R2, R3 y R4 de los “momentos” *a*, *b*, *c* y *d* del ejemplo— arriba a un punto en el que el sonido se vuelve insensible para nosotros. En esta cuestión, la referencia a las propias capacidades cognitivas no es algo menor. En efecto, puede perfectamente haber (o bien suponerse) oyentes capaces de escuchar sonidos que no logran excitar nuestro órgano sensorio.

7. La medición de distancias grandes a partir del sonido

El debilitamiento progresivo de la intensidad del sonido muestra que hay una relación entre la intensidad del sonido y el espacio atravesado. En este sentido, un sonido más intenso s_1 podrá ser escuchado desde un lugar más lejano l_1 que otro sonido más débil s_2 , que, por lo tanto, alcanzará una distancia más breve l_2 respecto del cuerpo sonoro. Leibniz es también consciente de que el *tiempo* que tarda el sonido s_1 para llegar a l_1 es mayor que el que tarda s_2 para llegar a l_2 . Para afirmar esto, se vale del conocimiento, aparentemente aceptado en la época, de que el movimiento del sonido es uniforme:

[...] vale la pena observar cómo se deduce de esto un fenómeno espléndidamente comprobado por la Academia Médica, a saber, que el movimiento del sonido es uniforme, es decir, que los tiempos de la propagación son proporcionales a los espacios, de modo que, si un sonido recorre una milla en un minuto, habrá de recorrer dos millas en dos minutos (A VIII 3, 101).

Como vemos, la uniformidad del movimiento implica que hay una proporcionalidad entre el espacio recorrido por un sonido y el tiempo que tarda en recorrerlo. De esta manera, un sonido más intenso, como s_1 en nuestro ejemplo anterior, no solamente recorre una distancia mayor que s_2 , sino que lo hace también en un tiempo proporcionalmente mayor. De la misma manera, podremos saber que un sonido que se propague durante más tiempo que otro recorrerá una distancia mayor. Leibniz observa a partir de este hecho una consecuencia práctica: el sonido “será muy útil para medir distancias mayores” (A VIII 3, 102). Al respecto de esta cuestión, señala el siguiente ejemplo:

Si al explotar un proyectil [*tormento explosivo*] uno registrara cuidadosamente con un reloj de péndulo el momento de la explosión y otro en un lugar remoto [registrara] del mismo modo el momento en que percibe el impacto [de la explosión], podría registrarse [entonces] el tiempo que transcurre entre el relámpago y el trueno, a partir del cual podría juzgarse la distancia,

aunque no tan exactamente, puesto que la tensión del aire más remoto [*altius*] es menor (A VIII 3, 102).

Si bien Leibniz no es explícito, es probable que esté pensando en el reloj de péndulo que Huygens describió en el *Horologium oscillatorium* de 1673 como una herramienta adecuada para la medición del tiempo (cfr. Dugas, 1957, pp. 181-182). Si bien Leibniz no lo señala, vale la pena considerar, dada la proporcionalidad entre espacio y tiempo, y dado que, a mayor intensidad del sonido, mayor espacio recorrido, si inversamente no podría medirse la intensidad de un sonido de acuerdo con la distancia que recorre.

8. Conclusión

En los textos en los que Leibniz se refirió a las explicaciones mecánicas acerca de cualidades confusas mediante la consideración de las cualidades distintas que las acompañan, sostuvo que la utilidad de esto, por decirlo así, es triple. Considerar las cualidades acompañantes nos permite “hallar las causas de los fenómenos”, pero también “predecir fenómenos aún inexplorados”, así como también “aplicar la cosa propuesta a varios usos de la vida” (A VI 4, 1961). Las cuestiones de acústica que consideramos en este escrito dan cuenta de todas estas posibilidades. El tema principal de nuestro trabajo ha sido mostrar cómo aborda Leibniz la causa del sonido. Situaciones como la medición de grandes distancias son un ejemplo de la segunda y tercera “utilidad”. La relación entre intensidad y distancia nos permite virtualmente predecir, por ejemplo, qué distancia alcanzaría un sonido cuya causa remota sea un golpe de una fuerza determinada. La posibilidad de medir grandes distancias a partir del sonido, por otro lado, es un claro ejemplo de aplicación para “usos de la vida”. La medición de la distancia a través del sonido no será exacta, y en ese sentido no será una herramienta adecuada para quienes tenga pretensiones de exactitud matemática. Pero si no es eso lo que buscamos, sino solamente un conocimiento aproximado, entonces el sonido es una herramienta suficientemente buena.

Adicionalmente, vale la pena observar que las concepciones que aquí presentamos no exhiben cuantificaciones de grados o intensidades, aunque sí hallamos, podríamos decir, la teoría que eventualmente permitiría una cuantificación. En otras palabras, la aplicación de la matemática a la física (lo que en este caso se traduce en la acústica)

consiste en explicaciones en las que tienen lugar conceptos matemáticos sin que esto implique que lo que se hace sea un cálculo matemático. Así, por poner un ejemplo, una cosa es la explicación teórica según la cual los “recorridos” serán menores a medida que el sonido pierda intensidad, mientras que otra cosa distinta es cuantificar tales “recorridos”, algunos de los cuales serán más grandes y otros más pequeños.

Referencias

- Bertoloni Meli, D. (2006). *Thinking with Objects. The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century*. The Johns Hopkins University Press. <https://doi.org/10.1353/book.3275>
- Costa, A. (2023). De vibrationibus aëris tensi – Les recherches de G.W. Leibniz des années 1680 dans le domaine de l’acoustique. En W. Li, C. Wahl, S. Erdner, B. C. Schwarze e Y. Dan (eds.), “*Le present est plein de l’avenir, et chargé du passé*” : Vorträge des XI. Internationalen Leibniz-Kongresses, 31. Juli – 4. August 2023, Leibniz Universität Hannover, Deutschland. Band 1 (pp. 253-266). Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Gesellschaft. <https://doi.org/10.15488/14328>
- Descartes, R. (1897-1910). *Oeuvres de Descartes*. C. Adam y P. Tannery (eds.). Vrin.
- Descartes, R. (2004). *Discurso del método*. M. Caimi (trad.). Colihue.
- Degroote, J. (2023). La theorie acoustique : une modélisation mathématique ? En W. Li, C. Wahl, S. Erdner, B. C. Schwarze e Y. Dan (eds.), “*Le present est plein de l’avenir, et chargé du passé*” : Vorträge des XI. Internationalen Leibniz-Kongresses, 31. Juli – 4. August 2023, Leibniz Universität Hannover, Deutschland. Band 1 (pp. 307-320). Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Gesellschaft. <https://doi.org/10.15488/14328>
- Dugas, R. (1957). *A History of Mechanics*. Routledge & Kegan Paul.
- Esquisabel, O. M. (2008). Leibniz y el concepto de analogía. *Revista de Filosofía y Teoría Política*, 39, 11-29.
- Gilbert, W. (1600). *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure; physiologia nova, plurimis et argumentis, et experimentis demonstrata*. Petrus Short.
- Leibniz, G. W. (1906). [Gerland]. *Nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts*. E. Gerland (ed.). V. G. Teubner.
- Leibniz, G. W. (1923-2024). *Sämtliche Schriften und Briefe* (edición de la Academia de Ciencias de Berlín). Berlín (antes: Darmstadt; Leipzig): Walter de Gruyter Verlag (antes: Otto Reichl Verlag; Akademie-Verlag).

- Leibniz, G. W. (2009). [OFC 8]. *Obras filosóficas y científicas. 8. Escritos científicos*. J. Arana (ed.). Comares.
- Raffo Quintana, F. (2019). *Continuo e infinito en el pensamiento leibniziano de juventud*. Comares.
- Raffo Quintana, F. (2025). Leibniz y la aplicación de la matemática a la física. *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 42(1), 67-75. <https://doi.org/10.5209/ashf.91534>
- Raffo Quintana, F. y Esquisabel, O. M. (2024). La ciencia natural en Leibniz: sus fines, su método y la metafísica. *Revista Latinoamericana de Filosofía*, 50(2), 261-289. <https://doi.org/10.36446/rlf2024431>
- Raffo Quintana, F. y Esquisabel, O. M. (2025). Gottfried Wilhelm Leibniz, *Prefacio a un librito sobre los elementos de física*. *Revista Latinoamericana de Filosofía*, 51(1), 159-181. <https://doi.org/10.36446/rlf416>
- Vitale, L. (2016). Music in Leibniz's Metaphysics. En W. Li, U. Beckmann, S. Erdner, E.-M. Errulat, J. Herbst, H. Iwasinski y S. Noreik (eds.), „Für unser Glück oder das Glück anderer“. *Vorträge des X. Internationalen Leibniz-Kongresses. Band V* (pp. 301-313). Georg Olms.

